



Cara pengukuran debit air



© BSN 2007

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1. Ruang lingkup	1
2. Acuan normatif	1
3. Definisi	1
4. Klasifikasi	1
5. Lingkup penggunaan peralatan ukur debit air	2
6. Peralatan pengukuran debit air	2
6.1 Pengukuran dengan menggunakan sekat ukur (<i>weir</i>)	2
6.1.1 Konstruksi sekat ukur	2
6.1.2 Konstruksi saluran (<i>channel</i>)	5
6.1.3 Peralatan untuk mengukur tinggi (<i>head</i>)	6
6.1.4 Cara ukur dengan sekat ukur	7
6.1.5 Perhitungan debit dengan sekat ukur	8
6.2 Pengukuran dengan pelat tipis dan nosel	10
6.2.1 Pelat orifis	10
6.2.2 Nosel	12
6.2.3 Nosel elips	13
6.2.4 Tabung venturi konis	13
6.2.5 Nosel jenis tabung venturi	14
6.3 Prosedur pengukuran beda tekanan	17
6.4 Perhitungan debit dengan peralatan pembatas	18
6.5 Pengukuran dengan tangki	18
6.5.1 Peralatan	18
6.5.2 Cara ukur	19
6.5.3 Perhitungan	19
6.6 Pengujian dengan menggunakan instrumen ukur	20
6.6.1 <i>Float type area flowmeter</i>	20
6.6.2 <i>Electromagnetic flowmeter</i>	21
Lampiran A Pedoman desain dan instalasi pengarah aliran	23
Lampiran B Kapasitas pengukuran debit dengan sekat ukur	25
Lampiran C Gambar konstruksi sekat ukur	26
Lampiran D Dimensi sekat ukur	27

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Cara pengukuran debit air” ini merupakan revisi dari SNI 19–0140–1987.

Penyusunan standar ini didasarkan pada:

- standar ini telah diberlakukan secara wajib,
- mengantisipasi kerjasama ASEAN di bidang Standardisasi melalui harmonisasi standar.

Standar ini dirumuskan oleh Panitia Teknis Permesinan dan Produk Permesinan melalui proses/prosedur perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Rapat Konsensus pada tanggal 20 Januari 2005 di Jakarta. yang dihadiri oleh wakil-wakil dari produsen, konsumen, lembaga penelitian dan instansi terkait lainnya.



Cara pengukuran debit air

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara pengukuran debit air untuk keperluan industri, pertanian, perikanan, pengendali banjir, ketel-uap, pemadam kebakaran, pengolahan air, pengolahan air limbah, pembangkit daya, dan lain-lain.

2 Acuan normatif

ISO 1438-1:1980/Amd.1:1998, *Water flow measurement in open channels using weirs and ventury flumes – Part 1:Thin-plate weirs.*

ISO 8316:1987, *Measurement of liquid flow in closed conduits – Method by collection of the liquid in volumetric tank.*

ISO 9104:1991, *Measurement of fluid flow in close conduits – Methods of evaluating the performance of electromagnetic flow meters for liquid.*

JIS B 8302:1990, *Measurements methods of pump discharge.*

3 Istilah dan definisi

3.1 debit

volume air yang dapat dipompa per satuan waktu

4 Klasifikasi

Pengukuran debit air dapat menggunakan salah satu metode pengukuran di bawah ini:

4.1 Pengukuran yang menggunakan sekat ukur, yang terdiri atas:

4.1.1 Sekat-ukur segitiga siku-siku (*right-angle triangle weir*)

4.1.2 Sekat-ukur segi empat (*rectangular weir*)

4.1.3 Sekat-ukur lebar penuh (*full-width weir*)

4.2 Pengukuran dengan menggunakan pelat orifis dan nosel yang terdiri atas:

4.2.1 Orifis (*orifices*)

4.2.2 Nosel (*nozzles*)

4.2.3 Nosel Elips (*ellips nozzles*)

4.2.4 Tabung venturi jenis nosel (*nozzles type ventury tube*)

4.2.5 Tabung venturi jenis konis (*conical ventury tube*)

4.3 Pengukuran dengan menggunakan instrumen ukur (*measuring instruments*):

4.3.1 *Flowmeter (float type area flowmeters)*

4.3.2 *Electromagnetic flowmeters*

4.4 Pengukuran dengan menggunakan tangki:

4.4.1 Metode berat (*weighing method*)

4.4.2 Metode volume (*volumetric method*)

5 Lingkup penggunaan peralatan ukur debit air

5.1 Sekat-ukur, pelat orifis, nosel, dan alat ukur digunakan dalam pengukuran aliran air konstan.

5.2 Metode pengukuran dengan menggunakan tangki, digunakan untuk mengukur aliran air.

6 Peralatan pengukuran debit air

6.1 Pengukuran dengan menggunakan sekat ukur

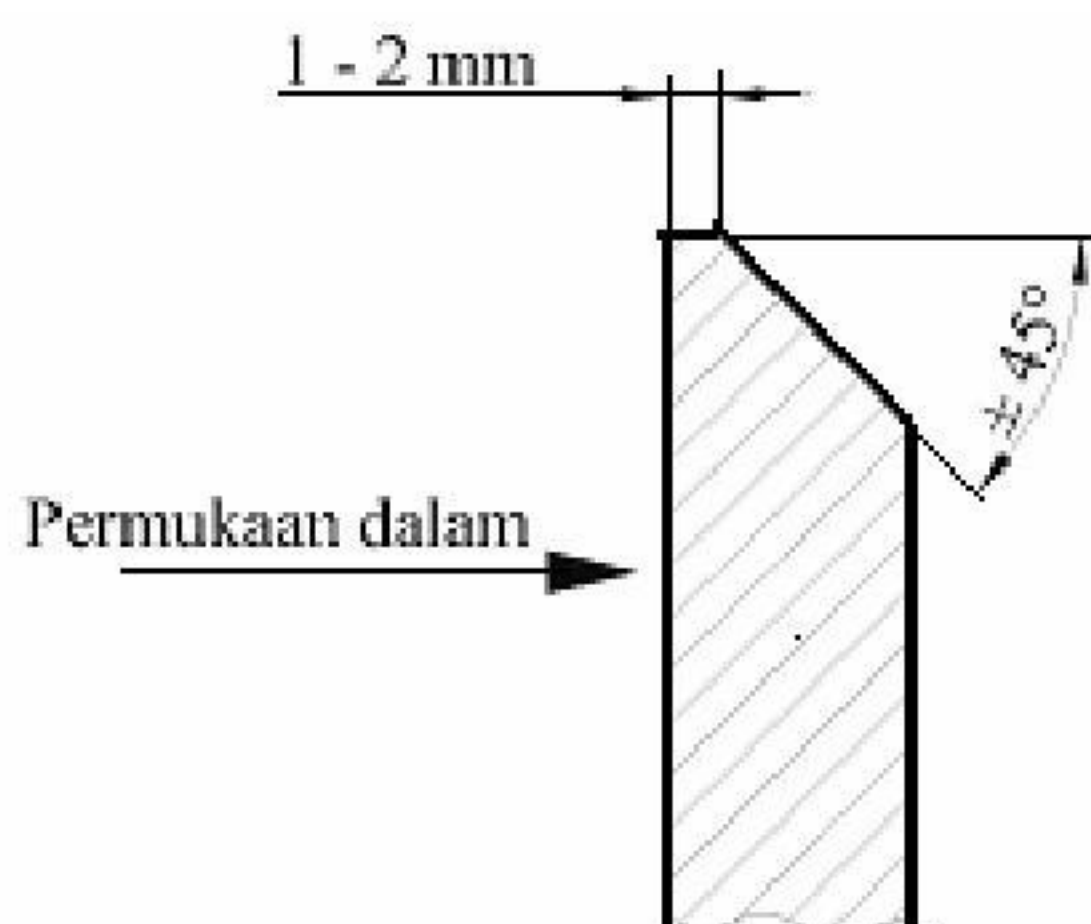
6.1.1 Konstruksi sekat ukur

Konstruksi sekat-ukur terdiri atas:

- pelat sekat-ukur,
- penahan pelat sekat-ukur (*support plate*),
- saluran (*channel*).

6.1.1.1 Konstruksi pelat sekat ukur (*weir*) dan penahan

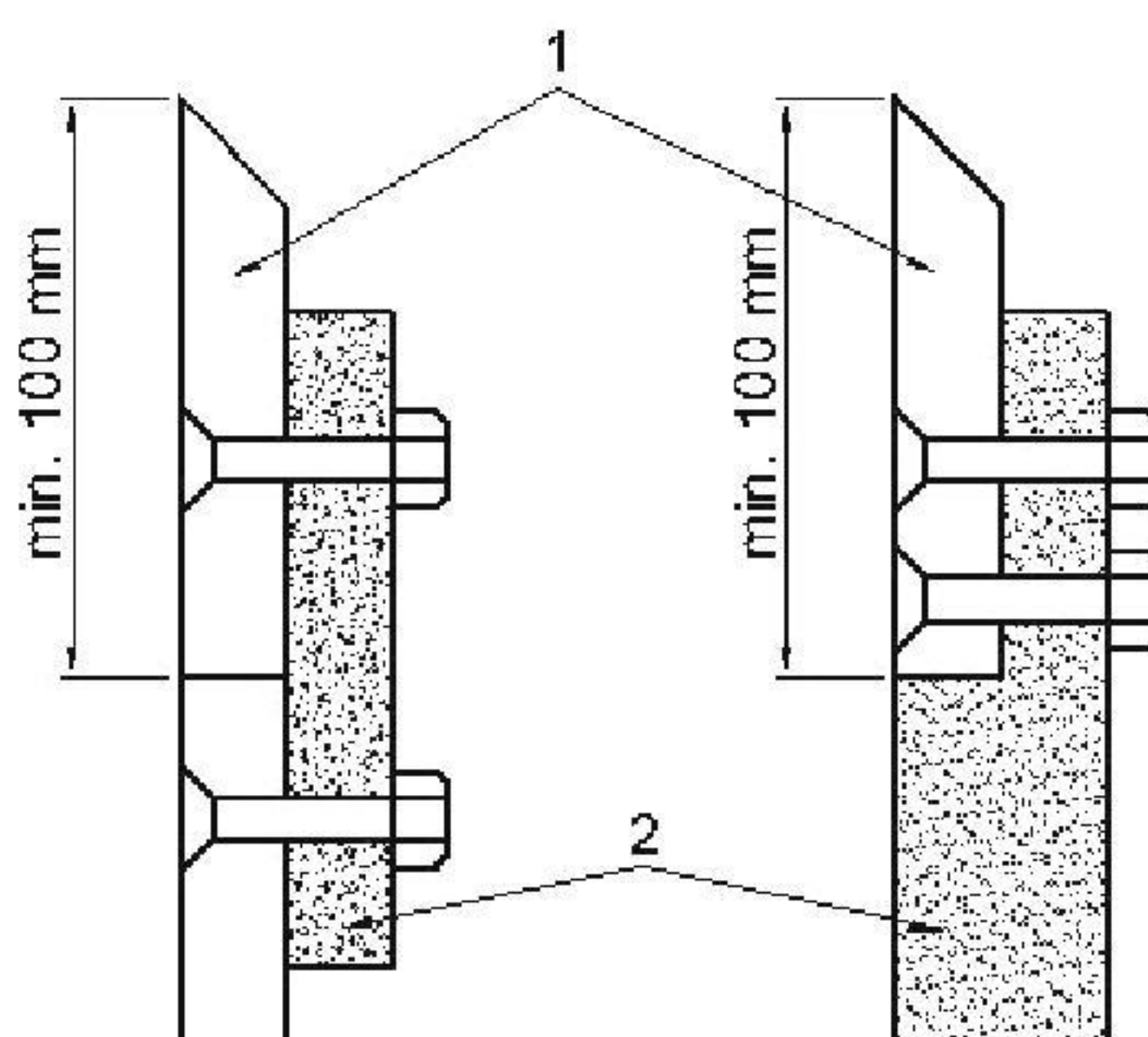
6.1.1.2 Dinding permukaan dalam dan permukaan ujung atas dari pelat bila dilihat pada potongan penampang pelat harus bersudut 90° seperti terlihat dalam Gambar 1, sudut-sudut yang terdapat pada potongan tersebut harus tajam. Lebar bidang atas berukuran 1 - 2 mm dan sudut yang dibentuk antara bidang permukaan ujung atas dan bidang miring pada dinding luar harus bersudut 45° .



Gambar 1 Penampang pelat sekat ukur

6.1.1.3 Permukaan dalam pelat sekat ukur harus rata dan terutama permukaan yang berjarak 100 mm dari ujung permukaan atas harus rata dan halus. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya arus turbulensi selama pengukuran.

Pelat sekat ukur dipasang pada penahannya, dengan tinggi minimum yang terpasang 100 mm, periksa Gambar 2 (Tipe a dan Tipe b).



Tipe a

Tipe b

Keterangan gambar:

1. Pelat sekat ukur
2. Pelat penahan

Gambar 2 Pelat sekat ukur dan penahannya

6.1.1.4 Bahan pelat sekat ukur harus terbuat dari bahan tahan karat

6.1.1.5 Pelat penahan

Penahanan pelat sekat ukur harus terbuat dari bahan yang kokoh dapat berupa baja atau beton untuk mencegah terjadinya perubahan bentuk (deformasi) pada pelat yang disebabkan oleh tekanan. Selain itu harus mempunyai konstruksi dan ukuran sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu air yang jatuh dari ujung sekat ukur yang ketinggiannya:

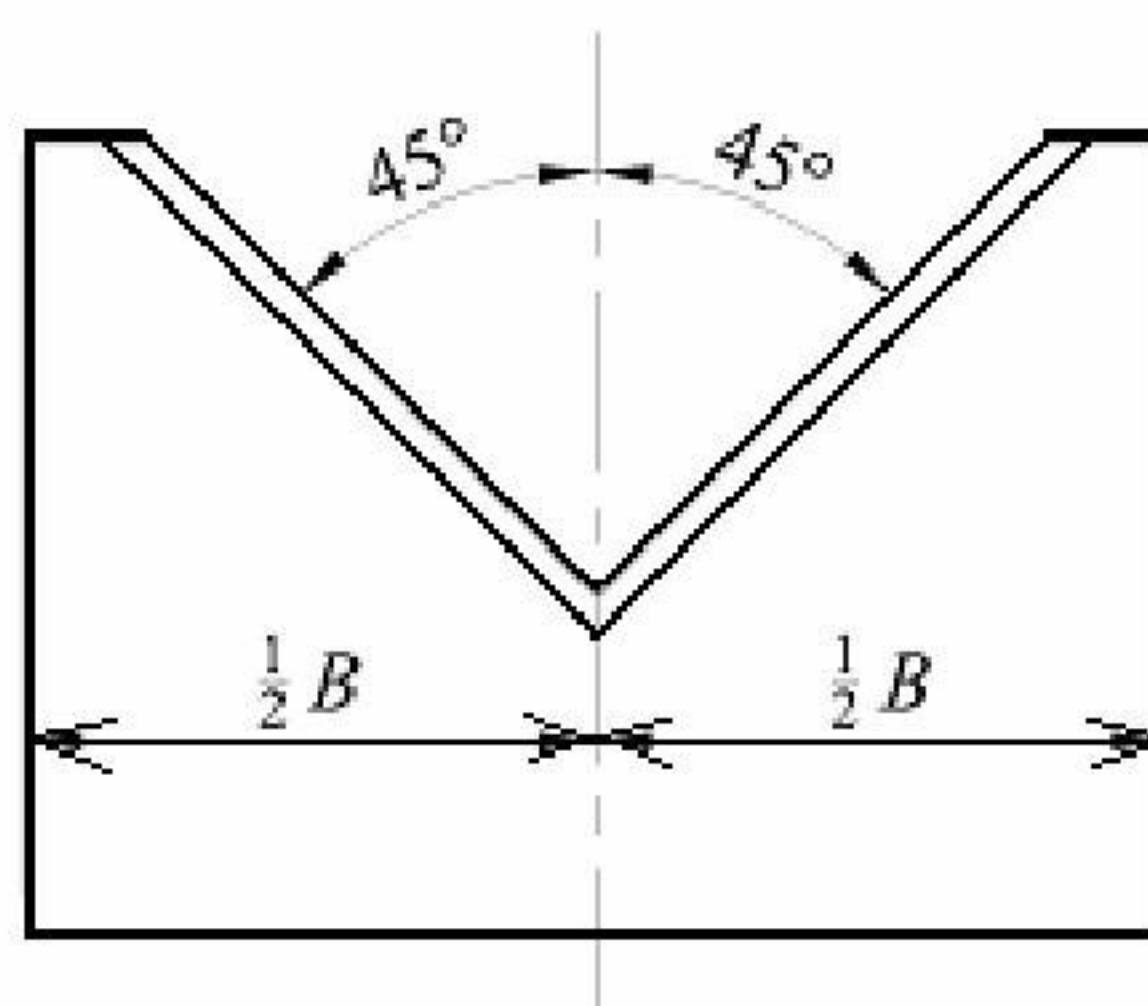
- a) 30 mm atau lebih untuk sekat ukur segiempat dan lebar penuh (diukur dari dasar sekat ukur segiempat atau lebar penuh);
- b) 70 mm atau lebih untuk sekat ukur segitiga (diukur dari dasar takik sekat ukur segitiga).

6.1.1.6 Permukaan dalam sekat ukur dan penahannya harus tegak lurus terhadap sumbu saluran.

6.1.1.7 Takik (*notch*) sekat ukur segitiga

Takik pada sekat ukur segitiga harus memenuhi persyaratan berikut:

- a) Sudut takik pada sekat ukur segitiga harus bersudut 90° seperti yang terlihat dalam Gambar 3, dan posisi takik harus simetris dan tegak lurus terhadap garis sumbu sekat ukur.
- b) Toleransi sudut takik adalah ± 5 menit.

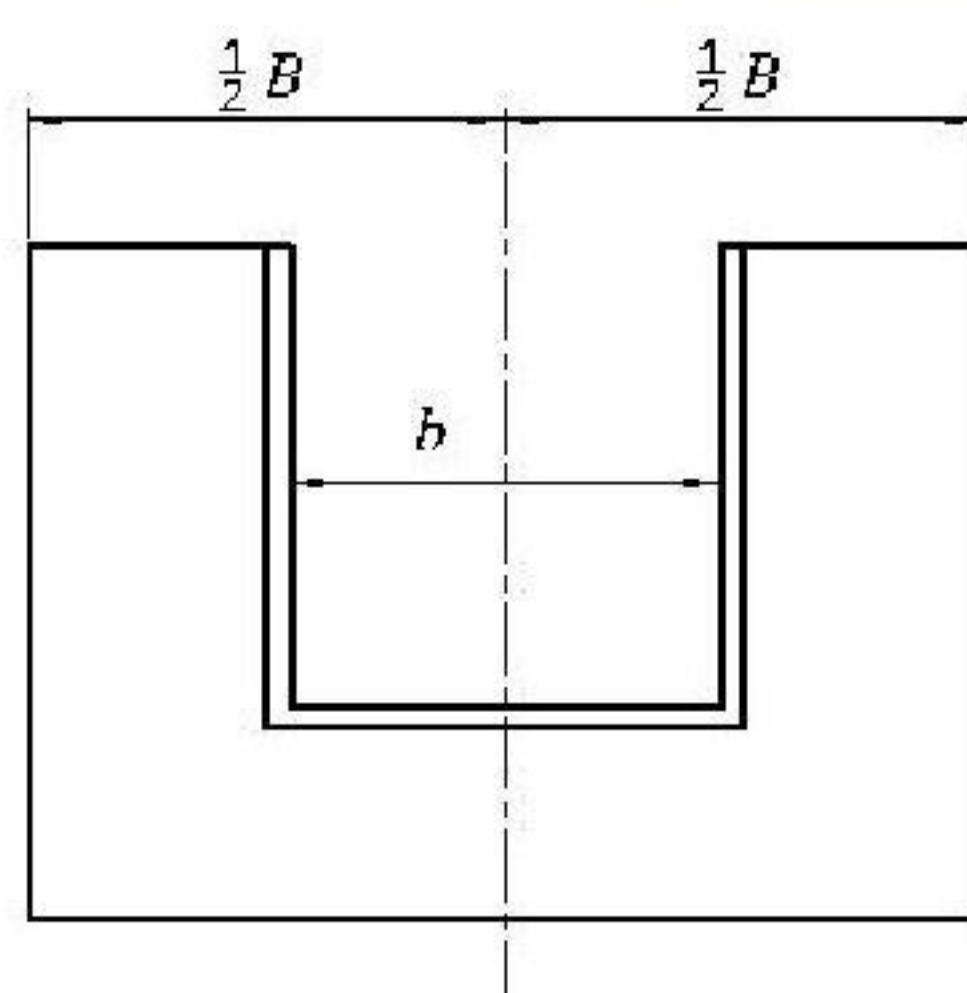


Gambar 3 Sekat ukur segitiga siku-siku

6.1.1.8 Takik sekat ukur segiempat

Takik sekat ukur segiempat harus mengikuti persyaratan berikut:

- Takik pada sekat ukur segiempat harus sedemikian rupa sehingga kedua sisi takik tegak lurus terhadap bagian dasar (bawah) seperti terlihat dalam Gambar 4.
- Toleransi dari sudut takik ± 5 menit.
- Takik harus terletak di tengah-tengah lebar saluran sekat ukur, dan bagian dasar takik sekat ukur harus horizontal.
- Ukuran lebar takik sekat ukur merupakan lebar antara tepi takik sekat ukur (b).
- Toleransi lebar takik $\pm 0,001b$.

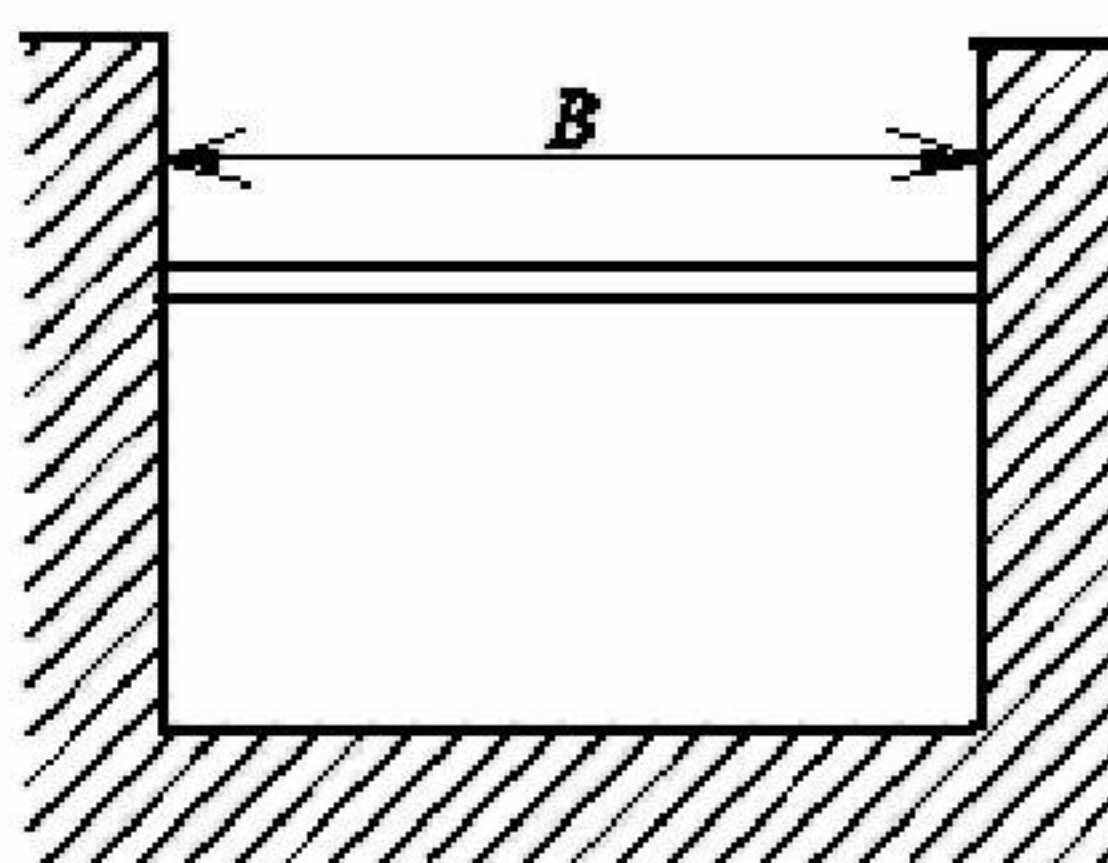


Gambar 4 Sekat ukur segiempat

6.1.1.9 Lebar sekat-ukur lebar penuh

Lebar sekat ukur lebar penuh harus mengikuti persyaratan berikut:

- Takik sekat ukur lebar penuh harus datar sepanjang lebar saluran seperti terlihat pada Gambar 5.
- Lebar pelat sekat ukur merupakan fungsi dari panjang takik sekat ukur terletak di antara permukaan dinding saluran.
- Toleransi lebar sekat ukur $\pm 0,001B$.

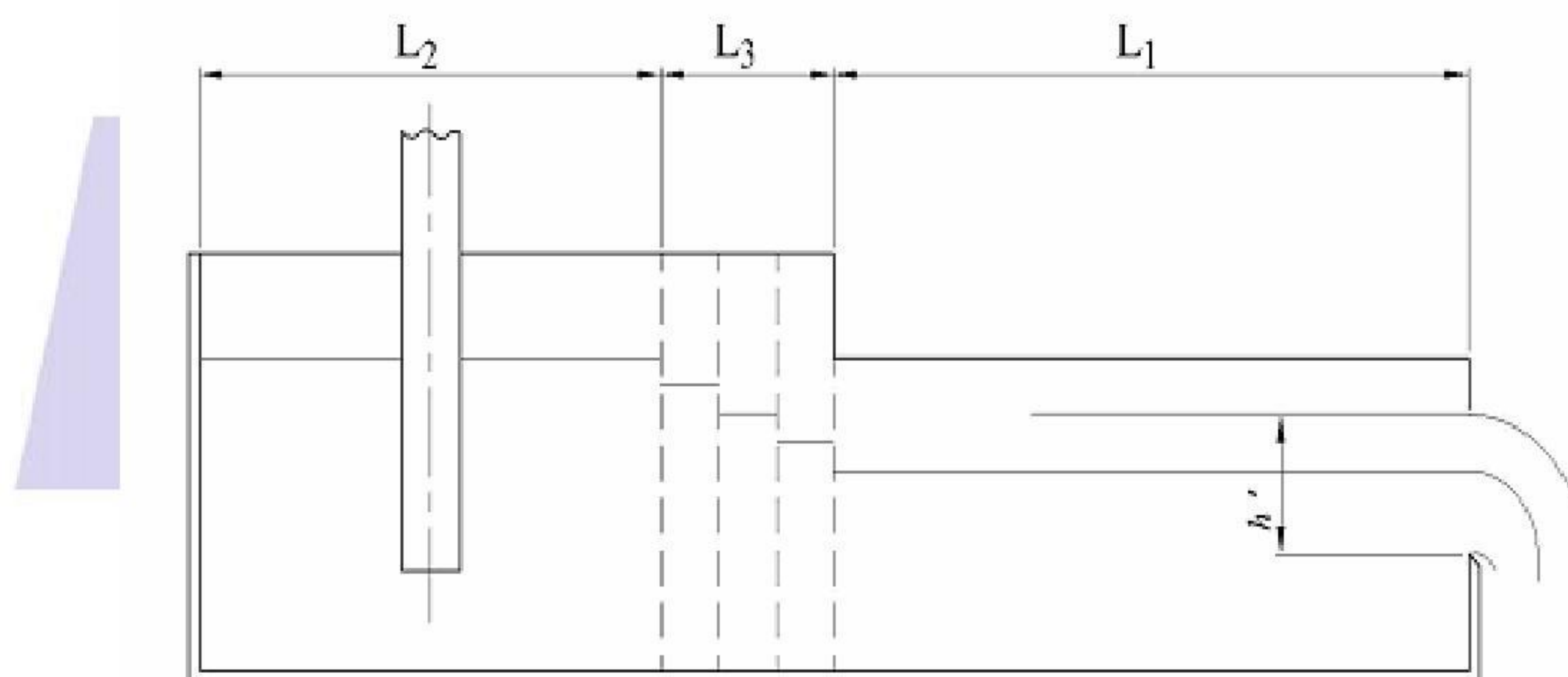


Gambar 5 Sekat ukur lebar penuh

6.1.2 Konstruksi saluran (*channel*)

Saluran terdiri atas tiga bagian:

- Bagian asal aliran, L_2 (*driving section*)
- Bagian pengarah aliran, L_3 (*flow straightening section*)
- Bagian aliran terarah, L_1 yang harus sesuai dengan ketentuan sebagai berikut:



Keterangan gambar:

- L_1 Bagian aliran tengah
 L_2 Bagian asal aliran
 L_3 Bagian pengarah aliran
 h' Tinggi maksimum sekat ukur

Gambar 6 Konstruksi saluran

6.1.2.1 Panjang dari masing-masing bagian saluran tersebut harus mengikuti persyaratan dalam Tabel 1. Bila saluran tidak dilengkapi dengan bagian pengarah aliran panjang dari bagian aliran terarah (L_1) sekurang-kurangnya 10 kali lebar saluran.

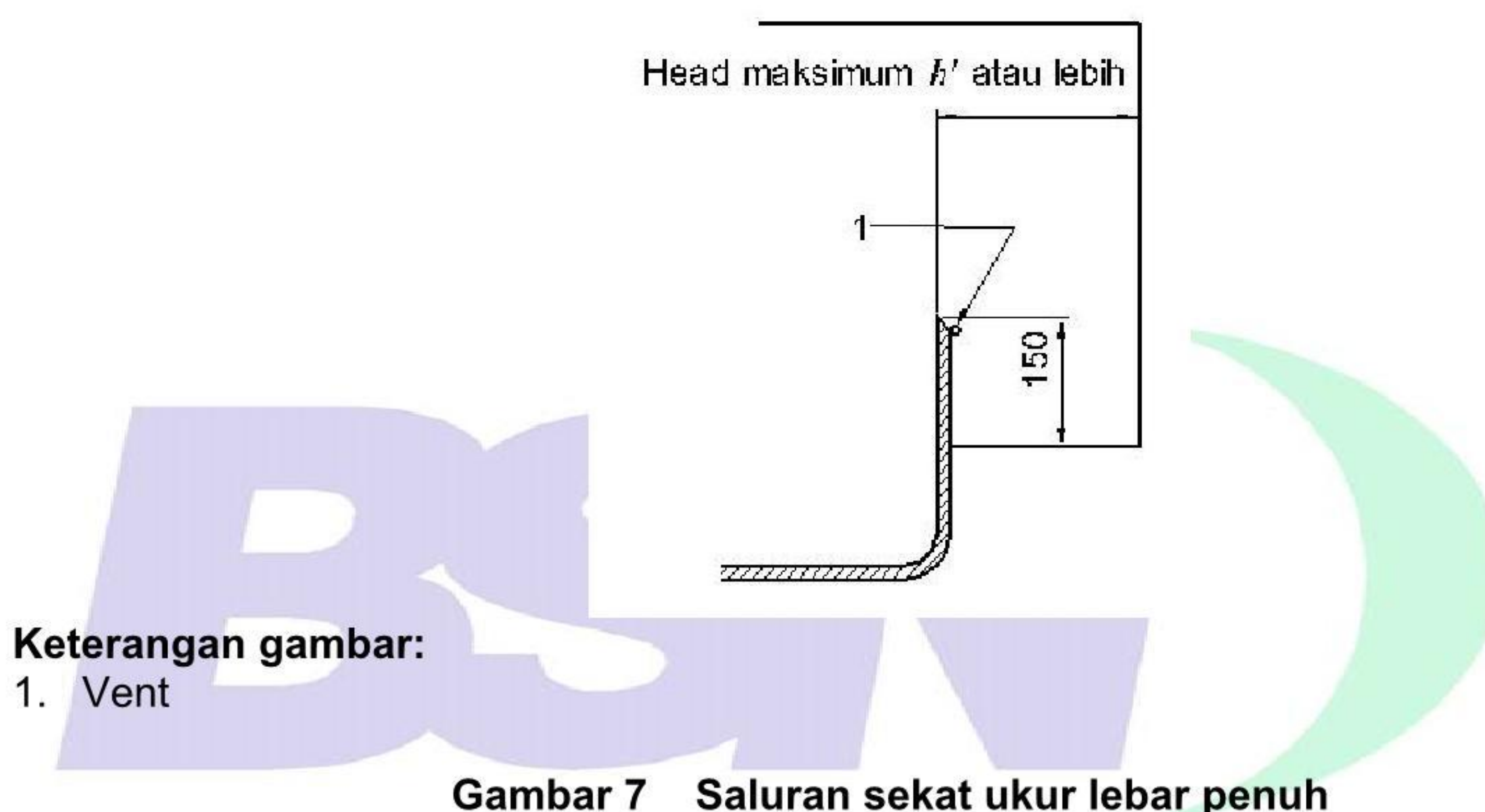
Tabel 1 Panjang bagian saluran

Uraian	L_1	L_3	L_2
Sekat ukur segitiga	$> (B + 2h')$	$\pm 2h'$	$> (B + h')$
Sekat ukur segiempat	$> (B + 3h')$	$\pm 2h'$	$> (B + 2h')$
Sekat ukur lebar penuh	$> (B + 5h')$	$\pm 2h'$	$> (B + 3h')$

6.1.2.2 Saluran pada bagian pengarah aliran harus memiliki dasar horizontal dan sisi vertikal dan harus kokoh untuk menghindari terjadinya perubahan-perubahan bentuk (deformasi) jika terisi penuh oleh air. Selanjutnya garis aksial dari saluran pada bagian itu harus lurus dan tabel saluran harus seragam.

6.1.2.3 Dalam saluran sekat ukur lebar penuh kedua dinding saluran harus lebih tinggi seperti terlihat pada Gambar 7, dinding samping sekat ukur harus berukuran minimal 150 mm di bawah ujung pelat sekat ukur, untuk mencegah air tumpah keluar dari dinding samping sekat ukur.

6.1.2.4 Dinding saluran harus dilengkapi dengan lubang-lubang yang mempunyai diameter yang cukup yang memungkinkan udara yang terjebak berada dalam aliran air dapat turut melalui pelat sekat ukur.



Saluran pada bagian pengarah aliran harus mempunyai beban yang sama dengan lebar pada saluran bagian aliran terarah dan mempunyai tinggi yang sama dengan dinding saluran bagian sumber aliran. Bagian pengarah aliran harus sedemikian rupa sehingga dapat mencegah terjadinya gelombang serta menjamin terbentuknya aliran air yang terarah.

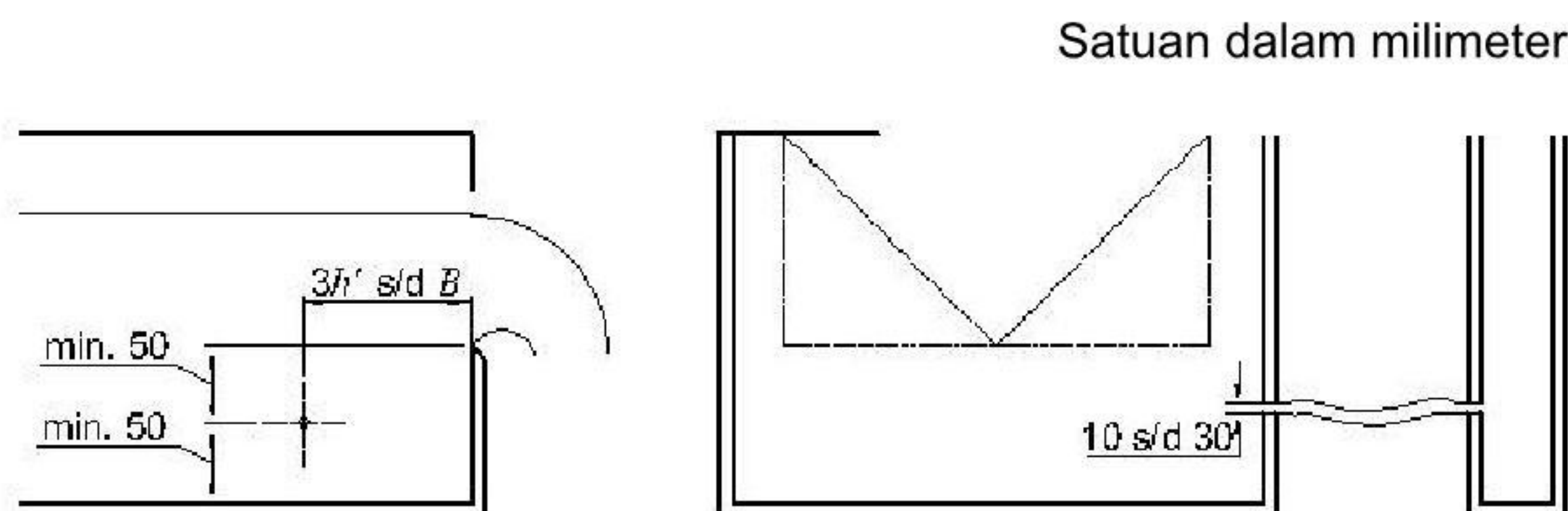
6.1.2.5 Kapasitas penyimpanan air pada bagian sumber aliran sebaiknya sebesar mungkin. Bagian ini harus lebih dalam dan lebih lebar daripada bagian pengarah aliran. Tinggi dinding pada bagian sumber aliran harus lebih tinggi dari dinding sisi pada bagian aliran terarah untuk mencegah meluapnya air. Ujung pipa saluran masuk sebaiknya terendam dalam air.

6.1.3 Peralatan untuk mengukur tinggi (*head*)

Yang dimaksud dengan *head* adalah jarak vertikal antara permukaan air pada bagian hulu pelat sekat ukur dengan titik bawah takik (pada sekat-ukur segitiga) atau dengan sisi terendah dari takik (pada sekat-ukur segiempat) atau sisi terendah takik sekat-ukur (pada sekat-ukur lebar penuh).

Peralatan yang dipergunakan untuk mengukur tinggi harus mengikuti persyaratan berikut:

6.1.3.1 Pengukuran tinggi harus dilakukan dengan menentukan ketinggian air tabung kecil yang dihubungkan dengan saluran melalui lubang kecil pada dinding bagian aliran terarah, seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Peralatan pengukuran head

6.1.3.2 Posisi lubang kecil tersebut minimal berjarak $3h'$ (h' adalah tinggi maksimal sekat ukur) dan maksimal berjarak B (lebar saluran) dari bagian permukaan dalam sekat ukur ke arah hulu. Sedangkan tingginya adalah 50 mm atau lebih di bawah dasar takik, baik dari titik bawah atau sisi sekat ukur, atau berjarak minimal 50 mm dari dasar saluran ke posisi lubang.

6.1.3.3 Lubang kecil tersebut harus memiliki diameter dalam antara 10 mm sampai dengan 30 mm dan dibuat tegak lurus terhadap permukaan dinding saluran. Permukaan dinding di sekitar lubang harus rata dan sisi di sekitar lubang harus bebas dari cacat.

6.1.4 Cara ukur dengan sekat ukur

Pengukuran dilaksanakan sesuai dengan ketentuan di bawah ini.

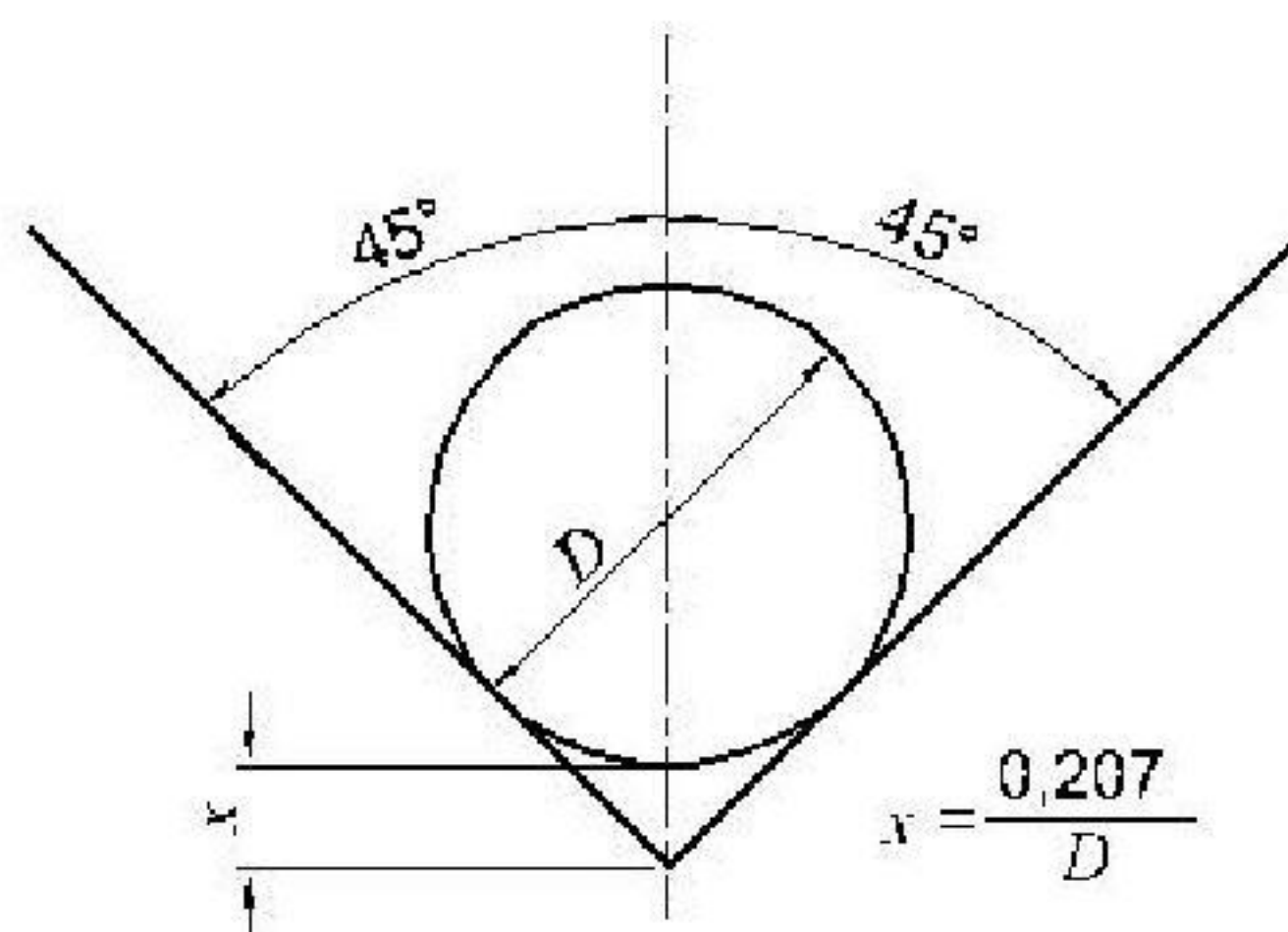
6.1.4.1 Pengukuran harus dilaksanakan pada kondisi dimana air jatuh melalui sekat ukur mengalir tenang.

6.1.4.2 Pengukuran titik nol dari tinggi harus dilaksanakan sesuai dengan contoh berikut dan ketelitian $\pm 0,2$ mm.

- Pada pengukuran sekat ukur segiempat atau sekat ukur lebar penuh, sebuah segitiga pengukur atau sejenis ditempatkan di bagian hulu weir, setelah diukur sesuai dengan tinggi tepi sekat ukur dengan menggunakan *spirit level/ waterpass*, kemudian air dialirkan hingga mencapai ketinggian ini. Penunjukkan alat ukur yang dipasang pada tangki air kecil pada keadaan ini dibaca, pembacaan tersebut menunjukkan titik nol.
- Pada pengukuran sekat ukur segitiga, segitiga pengukur tersebut ditempatkan pada sisi dalam sekat ukur, dan sebuah batang bulat yang berdiameter D ditempatkan horizontal dan sejajar dengan sumbu longitudinal dari saluran pada ujung takik, kemudian tinggi dasar batang diatur sesuai dengan cara yang sudah diterangkan pada butir a) tersebut di atas, pembacaan titik nol diperoleh dari perhitungan (periksa Gambar 9).

6.1.4.3 Ketelitian pengukuran ketinggian air adalah $\frac{1}{250}$ dari tinggi pada sekat ukur segitiga, dan $\frac{1}{150}$ dari tinggi pada sekat ukur segiempat atau sekat ukur lebar penuh.

6.1.4.4 Untuk mengukur ketinggian air, dapat digunakan alat ukur apung (*float gauge*) yang dapat menunjukkan pembacaan dengan ketelitian tertentu, atau suatu alat ukur ketinggian air yang mempunyai ketinggian yang sama.



Gambar 9 Pembacaan titik nol head pada sekat ukur segitiga

6.1.4.5 Pengukuran tinggi harus dilakukan setelah ketinggian air pada tangki kecil stabil.

6.1.5 Perhitungan debit dengan sekat ukur

Debit dapat dihitung melalui persamaan (1).

6.1.5.1 Untuk segitiga siku-siku (Gambar 10)

$$Q = Kh^{3/2} \dots\dots\dots (1)$$

dengan,

h adalah tinggi permukaan air dari dasar takik sekat ukur terendah (m)

K adalah koefisien debit yang besarnya dirumuskan sebagai berikut:

$$K = 81,2 + \frac{0,24}{h} + \left(8,4 + \frac{12}{\sqrt{D}} \right) \left(\frac{h}{B} - 0,09 \right)^2 \dots\dots\dots (2)$$

dengan,

B adalah lebar saluran (m)

D adalah tinggi takik sekat ukur dari dasar saluran (m)

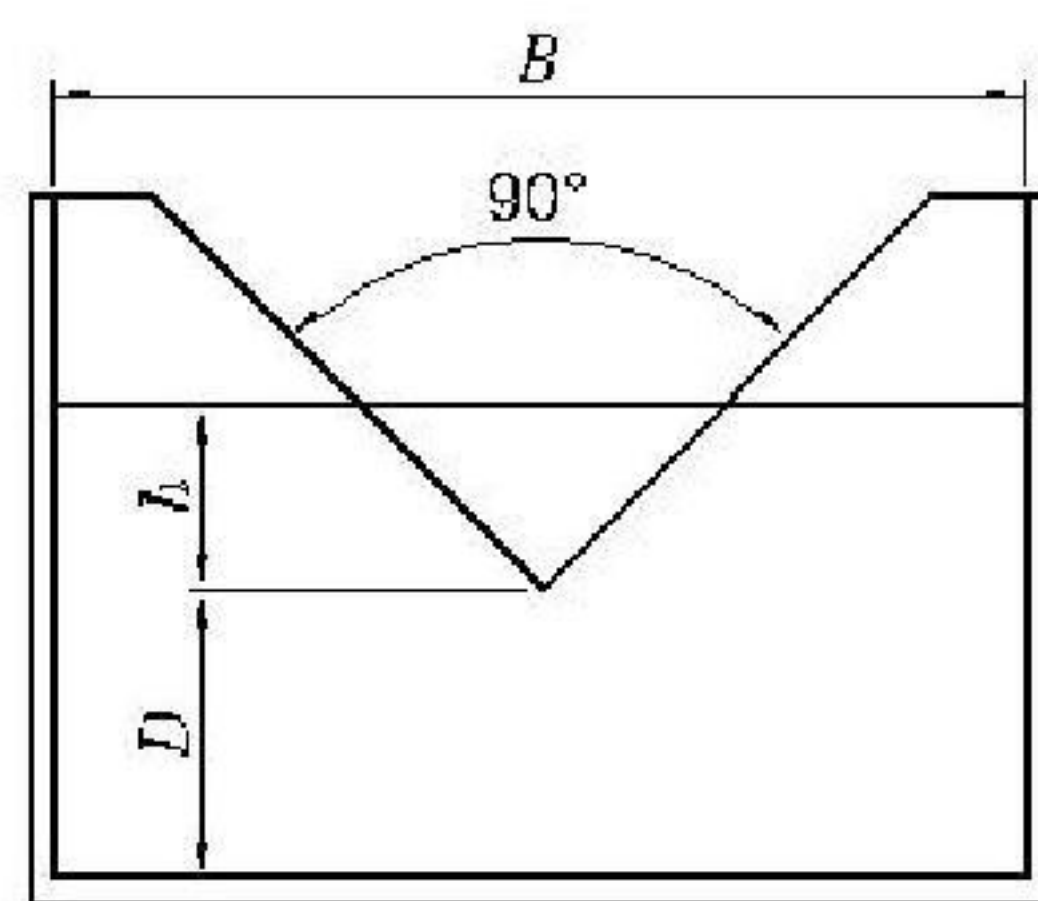
Persamaan (1) hanya berlaku untuk:

$B = 0,5 - 1,2$ m

$h = 0,07 - 0,26$ m

$D = 0,1 - 0,75$ m

$$h \leq \frac{B}{3}$$



Gambar 10 Sudut sekat ukur segitiga siku-siku

6.1.5.2 Untuk sekat-ukur segiempat (Gambar 11)

$$Q = KBh^{3/2} \dots\dots\dots (3)$$

dengan,

Q adalah debit air (m^3 / menit);

B adalah lebar takik (m);

h adalah tinggi sekat ukur (m);

K adalah koefisien debit yang besarnya ditentukan dengan rumus berikut:

$$K = 107,1 + \frac{0,177}{h} + 14,2 \frac{h}{D} - 25,7 \left\{ \sqrt{\frac{(B-b)h}{DB}} + 2,04 \sqrt{\frac{B}{D}} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

dengan,

B adalah lebar saluran (m)

D adalah tinggi takik sekat ukur dari dasar saluran (m)

Persamaan (3) dan (4) hanya berlaku untuk:

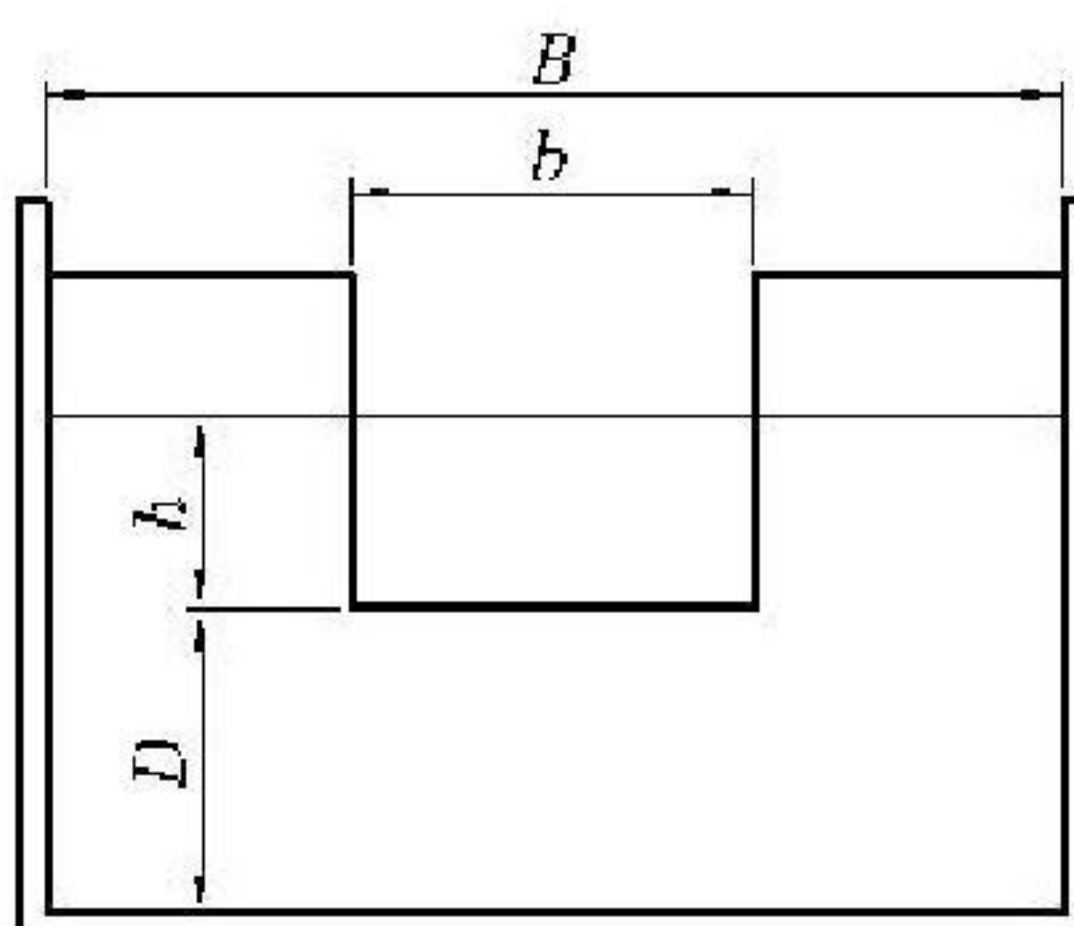
$B = 0,5 - 6,3$ m

$D = 0,15 - 3,5$ m

$h = 0,03 - 0,45\sqrt{b}$ m

$b = 0,15 - 5$ m

$$\frac{bD}{B^2} \geq 0,06$$



Gambar 11 Sekat ukur segiempat

6.1.5.3 Untuk sekat-ukur lebar terbuka penuh (Gambar 12)

$$Q = KBh^{3/2} \dots\dots\dots (5)$$

dengan,

Q adalah debit air (m^3/min)

B adalah lebar takik (m)

h adalah tinggi permukaan air dari takik sekat ukur (m)

K adalah koefisien debit yang besarnya ditentukan dengan rumus berikut:

$$K = 107,1 + \left(\frac{0,177}{h} + 14,2 \frac{h}{D} \right) (1 + \varepsilon) \dots\dots\dots (6)$$

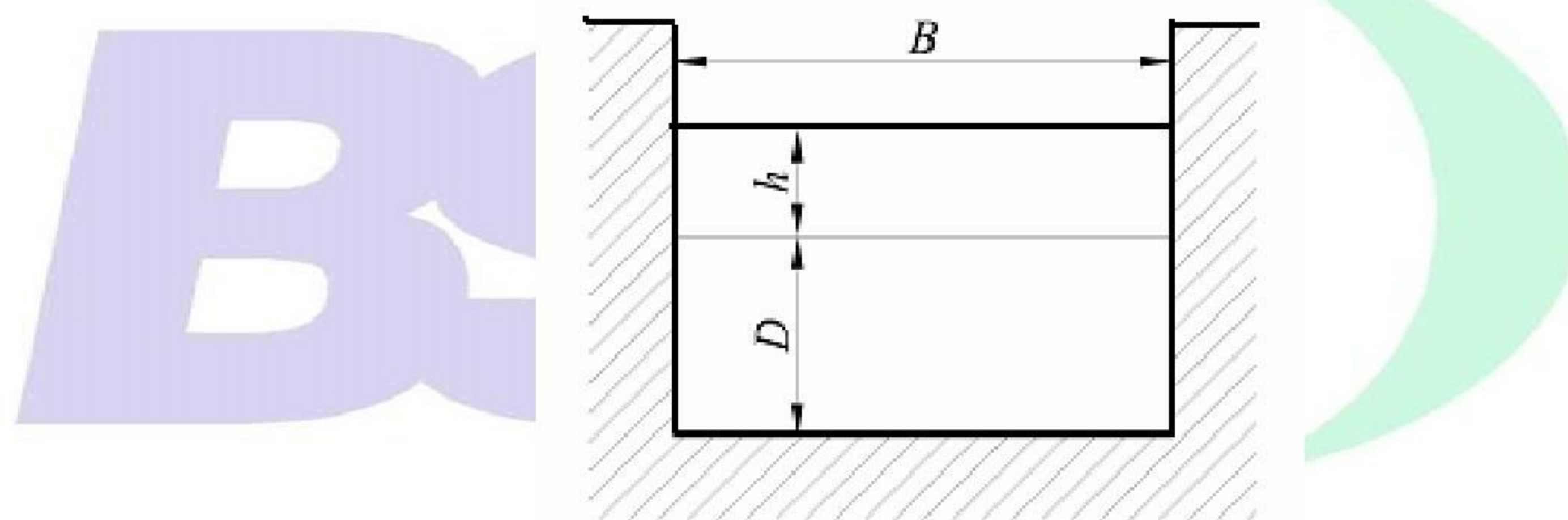
D adalah tinggi ujung sekat ukur bagian bawah dari dasar saluran, dimana

- Bila $D \leq 1$ maka $\varepsilon = 0$
- Bila $D \geq 1$ maka $\varepsilon = 0,55(D-1)$

Persamaan (5) dan (6) hanya berlaku untuk:

$B \geq 0,5 \text{ m}$

$D = 0,3 - 2,5 mh = (0,03 - D) \text{ m}$ (h tidak boleh lebih besar dari 0,8 m dan $\frac{B}{4}$)



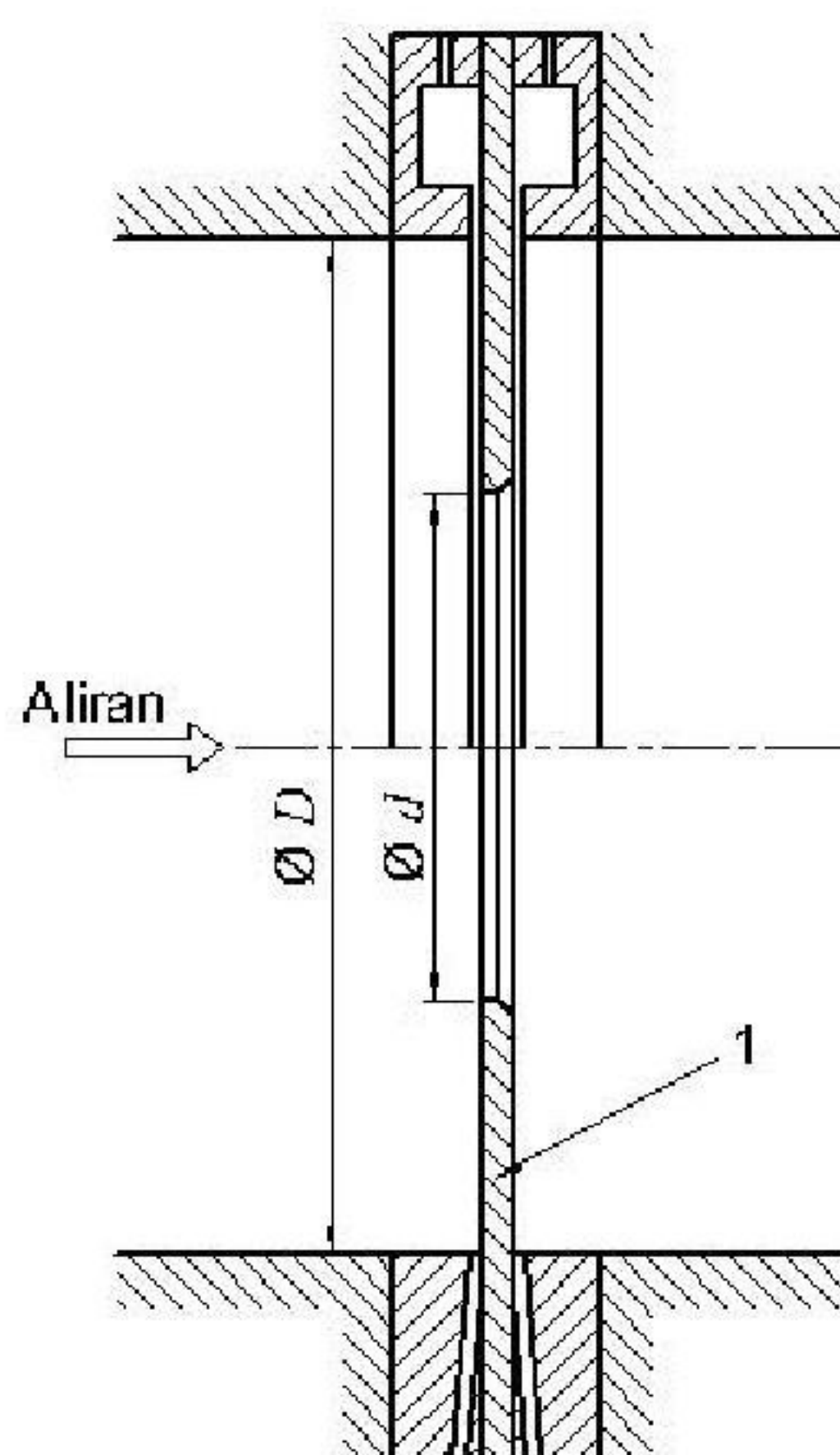
Gambar 12 Sekat ukur lebar penuh

6.2 Pengukuran dengan menggunakan pelat orifis dan nosel

6.2.1 Pelat orifis

6.2.1.1 Konstruksi

Konstruksi pelat orifis secara umum dapat dilihat pada Gambar 13.



Keterangan gambar:

1. Pelat orifis

Gambar 13 Pelat orifis

Nilai koefisien kapasitas untuk pelat orifis dengan menggunakan tap sudut dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 berlaku untuk daerah kerja:

$$d \geq 12,5$$

$$50 \text{ mm} \leq D \leq 1000 \text{ mm}$$

$$0,30 \leq \beta \leq 0,80$$

$$10^5 \leq Re \leq 10^7$$

Tabel 2 Koefisien kapasitas untuk tap sudut

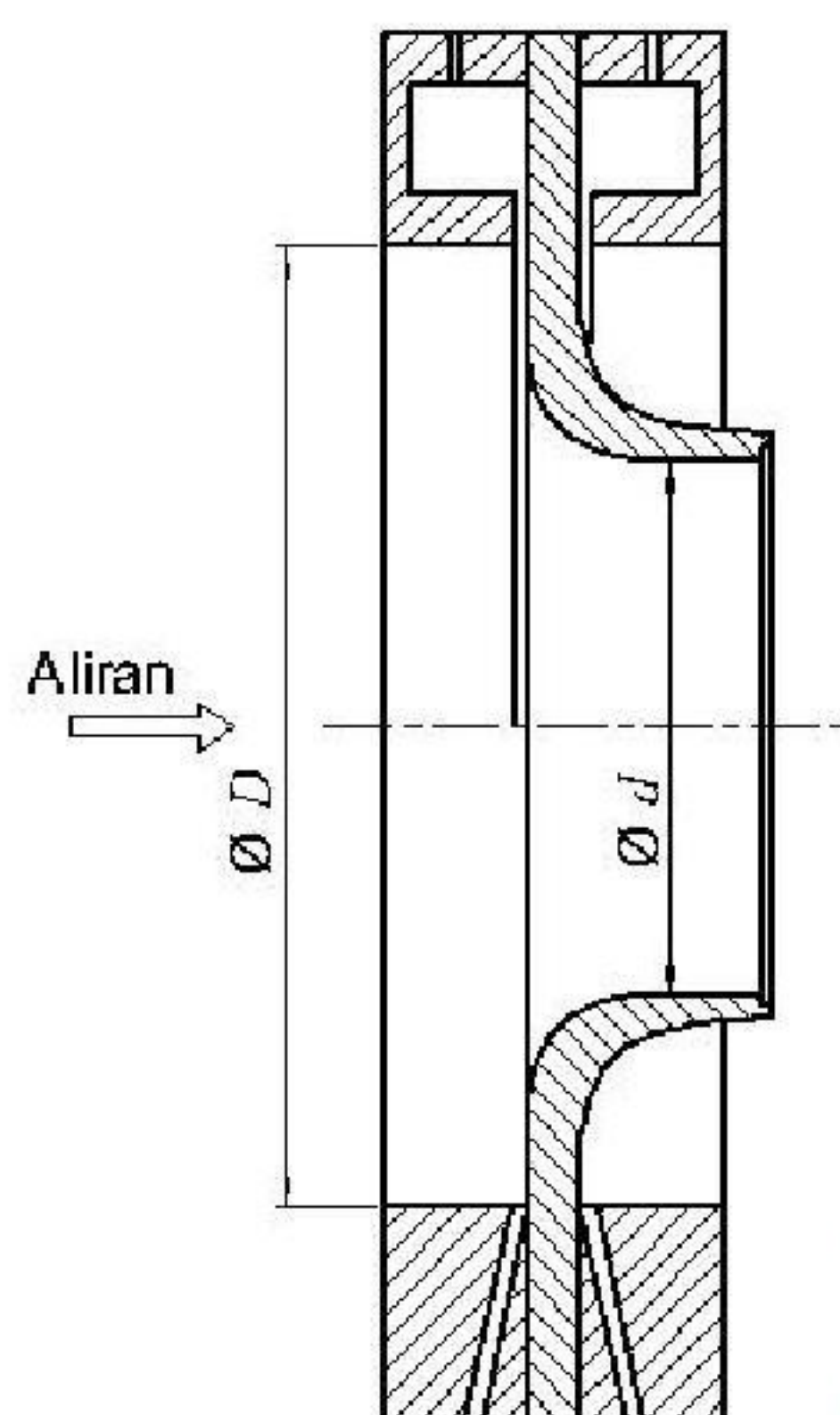
β	C	β	C	β	C
0,30	0,598 8	0,54	0,604 9	0,71	0,602 8
0,32	0,599 3	0,56	0,605 4	0,72	0,602 0
0,34	0,599 7	0,58	0,605 7	0,73	0,601 0
0,36	0,600 2	0,60	0,605 8	0,74	0,599 9
0,38	0,600 7	0,62	0,605 9	0,75	0,598 8
0,40	0,601 2	0,64	0,605 7	0,76	0,597 2
0,42	0,601 7	0,65	0,605 5	0,77	0,595 6
0,44	0,602 3	0,66	0,605 3	0,78	0,593 8
0,46	0,602 9	0,66	0,605 0	0,79	0,591 7
0,48	0,603 4	0,68	0,604 6	0,80	0,589 4
0,50	0,604 0	0,69	0,604 1		
0,52	0,604 5	0,70	0,603 5		

CATATAN Jika β tidak disebutkan dalam Tabel 2 maka C dapat diperhitungkan secara proporsional yang paling dekat dan lebih besar β .

6.2.2 Nosel

6.2.2.1 Konstruksi

Konstruksi nosel secara umum ditunjukkan dalam Gambar 14.



Gambar 14 Nosel

6.2.2.2 Koefisien debit

Nilai koefisien kapasitas nosel dengan menggunakan tap sudut dapat dilihat pada Tabel 3 berlaku untuk daerah kerja:

D = diameter tabung (mm), $50 \text{ mm} \leq D \leq 500 \text{ mm}$

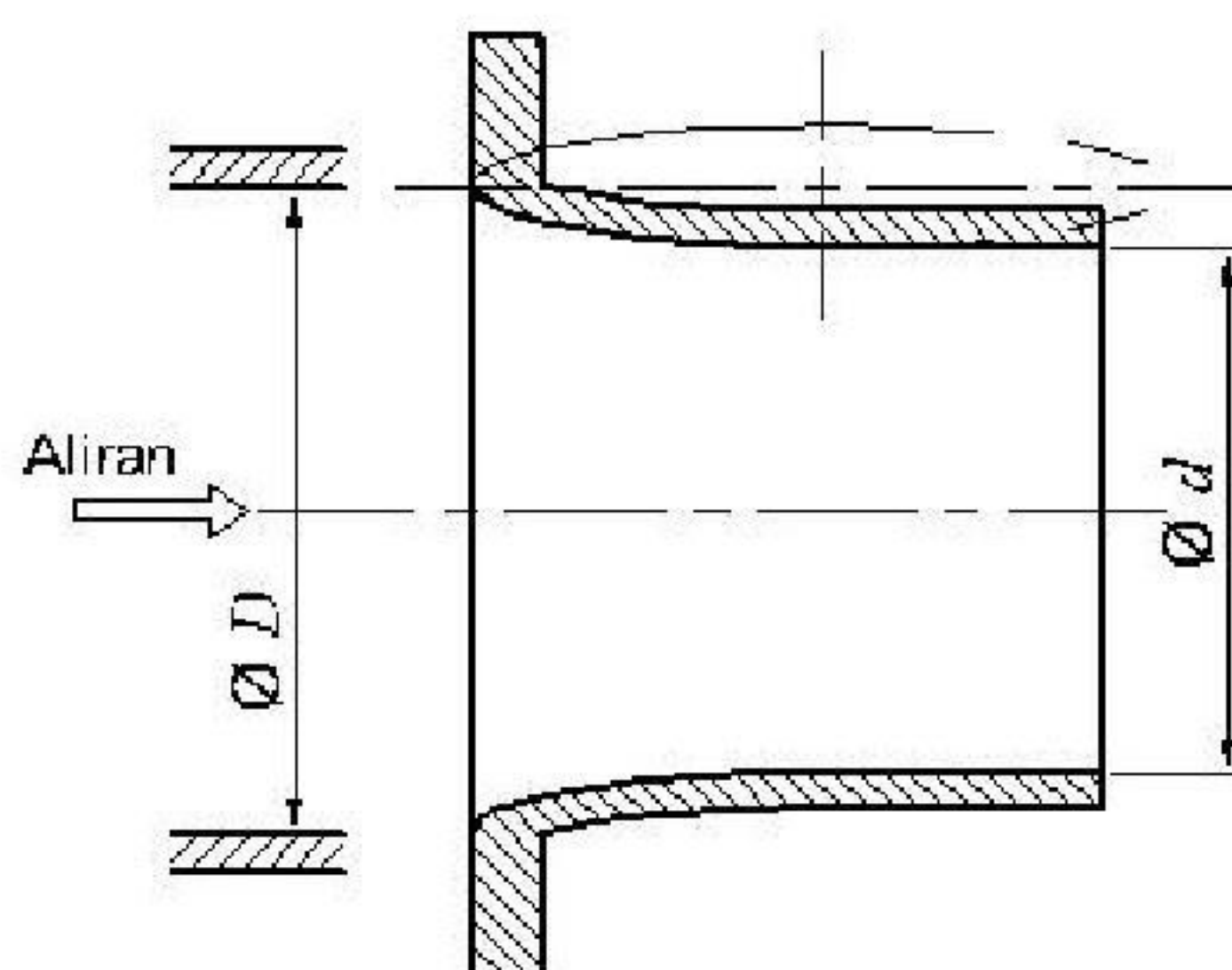
β = rasio diameter, $0,30 \leq \beta \leq 0,80$

Re = Reynolds Number $10^5 \leq Re \leq 10^7$

Tabel 3 Koefisien debit untuk nosel

β	C	β	C	β	C	β	C
0,30	0,987 6	0,44	0,980 5	0,58	0,964 0	0,72	0,930 8
0,32	0,986 9	0,46	0,978 9	0,60	0,960 4	0,74	0,924 1
0,34	0,986 2	0,48	0,977 1	0,62	0,956 5	0,76	0,916 9
0,36	0,985 4	0,50	0,975 0	0,64	0,952 3	0,78	0,909 2
0,38	0,984 4	0,52	0,972 6	0,66	0,947 6	0,80	0,900 8
0,40	0,983 3	0,54	0,970 0	0,68	0,942 4		
0,42	0,982 0	0,56	0,967 2	0,70	0,936 8		

CATATAN Jika β tidak disebutkan dalam Tabel 3 maka C dapat diperhitungkan secara proporsional yang paling dekat dan lebih besar dari β .



Gambar 15 Nosel elips

6.2.3 Nosel elips

6.2.3.1 Konstruksi

Konstruksi nosel secara umum dapat dilihat pada Gambar 15.

6.2.3.2 Koefisien debit

Nilai koefisien kapasitas nosel dengan menggunakan tap sudut dapat dilihat pada Tabel 4 berlaku untuk daerah kerja:

D = diameter tabung (mm), $50 \text{ mm} \leq D \leq 630 \text{ mm}$

β = rasio diameter, $0,30 \leq \beta \leq 0,80$

Re = Reynolds Number $10^5 \leq Re \leq 10^7$

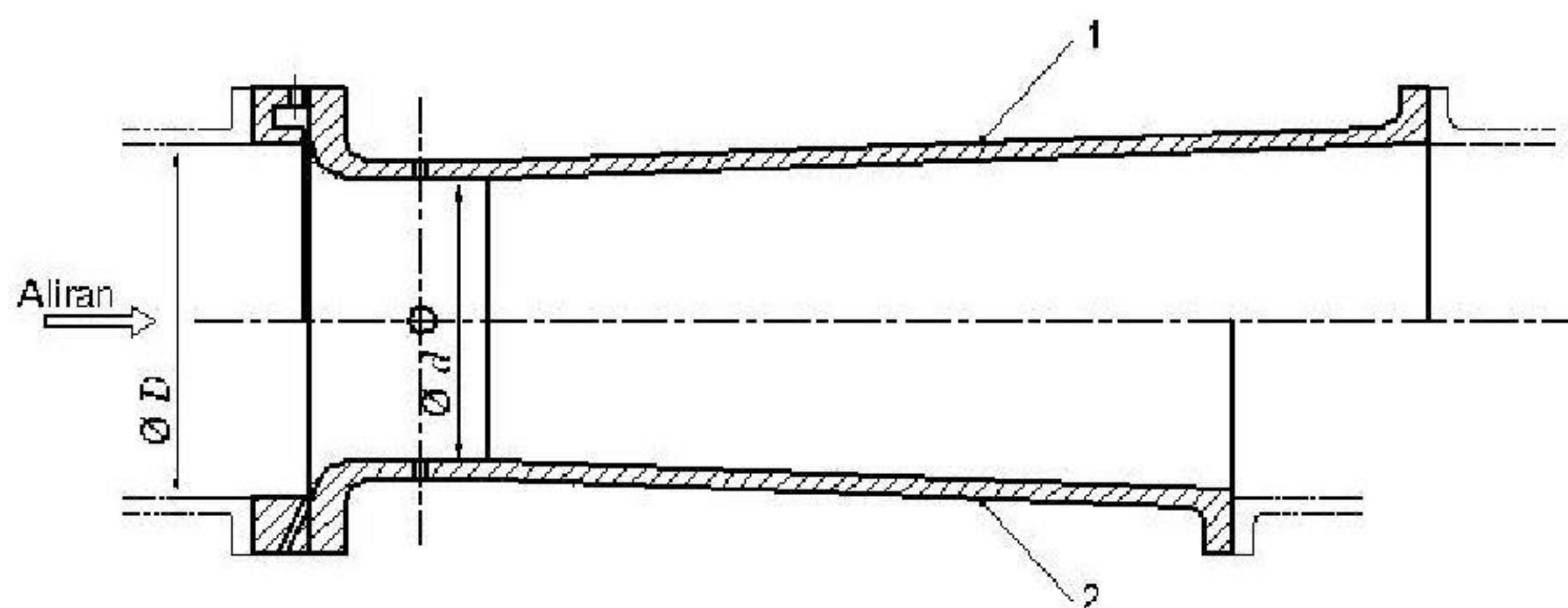
Tabel 4 Koefisien debit untuk nosel elips

β	C	β	C	β	C	β	C
0,30	0,990 3	0,44	0,989 0	0,58	0,987 9	0,72	0,986 9
0,32	0,991 8	0,46	0,988 8	0,60	0,987 7	0,74	0,986 7
0,34	0,989 9	0,48	0,988 7	0,62	0,987 6	0,76	0,986 6
0,36	0,989 7	0,50	0,988 5	0,64	0,987 4	0,78	0,986 5
0,38	0,989 5	0,52	0,988 3	0,66	0,987 3	0,80	0,986 4
0,40	0,983 3	0,54	0,988 2	0,68	0,987 2		
0,42	0,982 0	0,56	0,988 0	0,70	0,987 0		

6.2.4 Tabung venturi konis

6.2.4.1 Konstruksi

Konstruksi tabung venturi konis secara umum dapat dilihat pada Gambar 16.



Keterangan gambar:

1. Tipe tabung panjang
2. Tipe tabung pendek

Gambar 16 Tabung venturi konis

6.2.4.2 Koefisien debit

C = koefisien debit, $C = 0,984$

D = diameter tabung (mm), $100 \leq D \leq 800$

β = rasio diameter, $0,30 \leq \beta \leq 0,75$

Re = Reynolds Number $2 \cdot 10^5 \leq Re \leq 2 \cdot 10^6$

6.2.5 Nosel jenis tabung venturi

6.2.5.1 Konstruksi

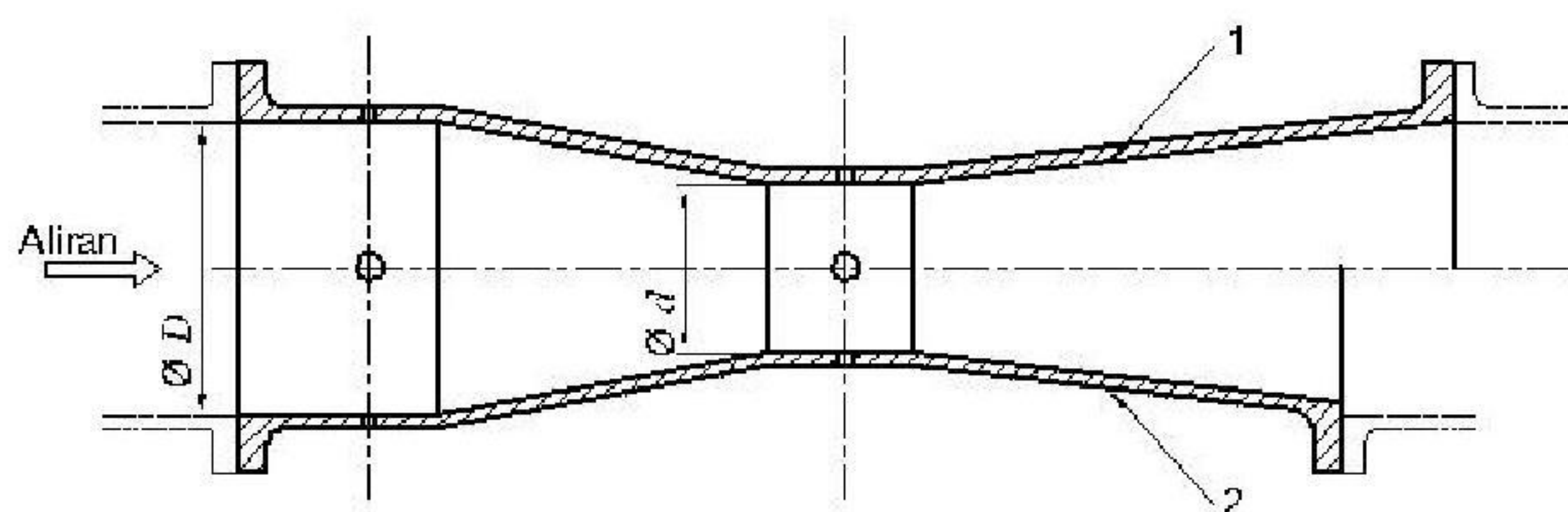
Konstruksi tabung venturi jenis nosel dapat diperoleh dari Tabel 5, yang berlaku untuk daerah kerja:

d = diameter orifis (mm), $d \geq 50$

D = diameter tabung (mm), $65 \leq D \leq 500$

β = rasio diameter, $0,316 \leq \beta \leq 0,775$

Re = Reynolds Number $1,5 \cdot 10^5 \leq Re \leq 2 \cdot 10^6$



Keterangan gambar:

1. Tipe tabung panjang
2. Tipe tabung pendek

Gambar 17 Nosel jenis tabung venturi

Persyaratan bagi pemasangan pipa aliran:

Bila kopling ditempatkan pada hulu atau hilir dari sebuah alat ukur dengan penyempitan diameter (*enstriction diameter*) yang selanjutnya disebut sebagai alat ukur sebuah pipa lurus dengan panjang yang cukup harus ditempatkan di antara alat ukur dan kopling. Tabel 6 dan 7 memperlihatkan fungsi antara panjang pipa lurus minimal (L_n) yang dimaksudkan relatif terhadap diameternya (D), dengan rasio penyempitan diameter,

a. $\beta (= \frac{d}{D})$.

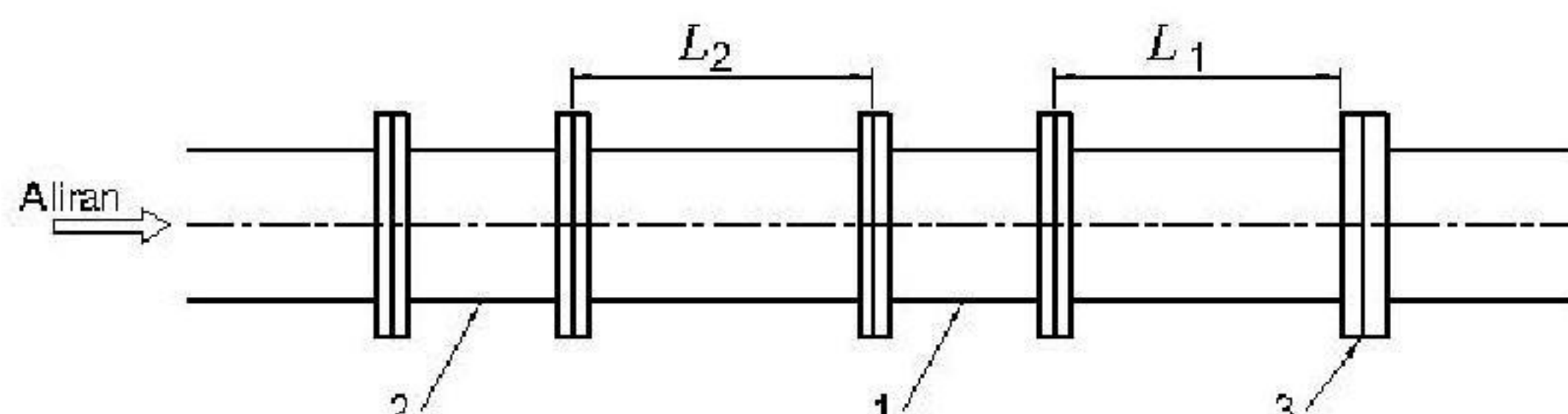
Yang dimaksud dengan kopling di sini dapat berbentuk belokan, sambungan T, *reducer* (*contracting tube*), atau segala macam katup, kecuali sambungan dengan flens (*flange*), dan ulir mempunyai diameter dalam yang sama.

Tabel 5 Koefisien debit untuk nosel jenis tabung venturi

β	C	β	C	β	C
0,316	0,984 7	0,500	0,977 1	0,700	0,946 4
0,320	0,984 6	0,520	0,975 5	0,720	0,941 1
0,340	0,984 3	0,540	0,973 6	0,740	0,935 2
0,360	0,983 8	0,560	0,971 4	0,760	0,928 8
0,380	0,983 3	0,580	0,968 9	0,775	0,923 6
0,400	0,982 6	0,600	0,966 1		
0,420	0,981 8	0,620	0,963 0		
0,440	0,980 9	0,640	0,959 5		
0,460	0,978 8	0,660	0,955 6		
0,480	0,978 6	0,680	0,951 2		

CATATAN Jika β tidak disebutkan dalam Tabel 5 maka C dapat diperhitungkan secara proporsional yang paling dekat dan lebih besar dari β .

- b. Bila dua atau lebih kopling dipasang secara seri pada bagian hulu dari alat ukur (Gambar 18), pemasangan kopling tersebut haruslah mengikuti ketentuan berikut:
- Panjang minimum pipa lurus L_1 , antara kopling 1 yang terdekat pada alat ukur dengan alat ukur tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.
 - Panjang pipa lurus L_2 , antara kopling kopling 1 dan kopling 2 yang terletak di bagian hulunya (tanpa mengindahkan nilai sesungguhnya yaitu β) adalah $\frac{1}{2}$ dari panjang minimum pipa lurus yang diperoleh jika nilai β untuk jenis kopling 2 adalah 0,7. Kopling yang dipasang pada bagian hulu dari alat ukur dan panjang pipa lurus yang dibutuhkan.



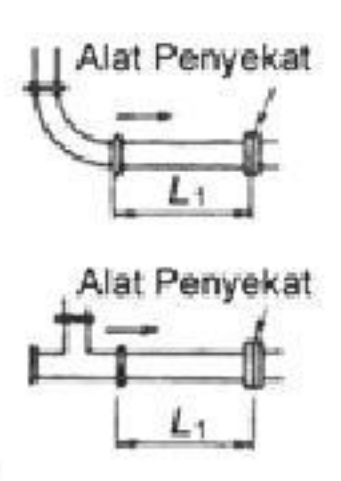
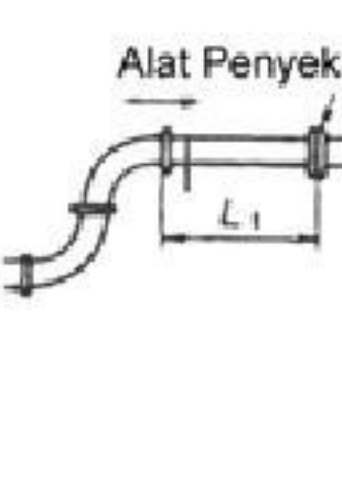
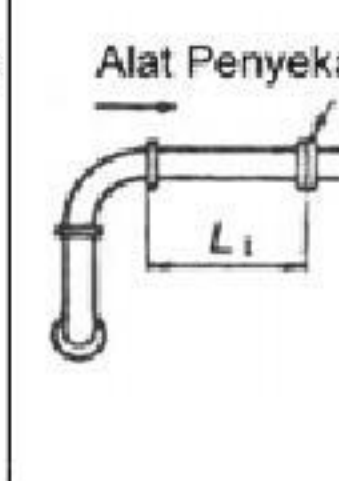
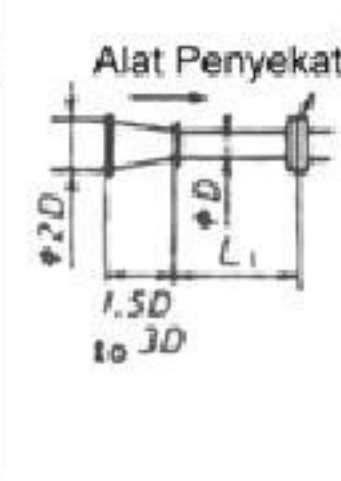
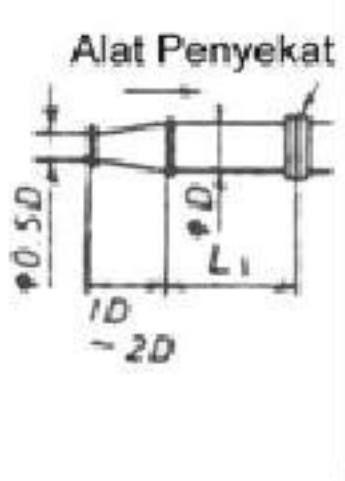
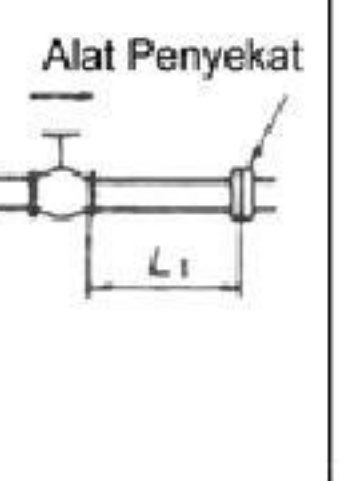
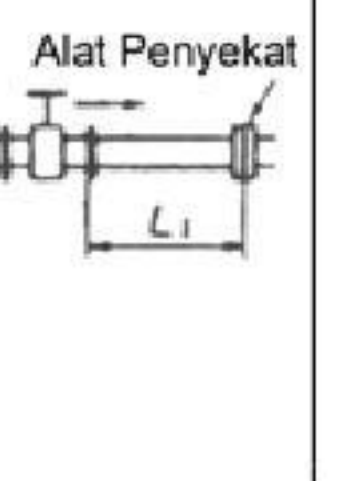
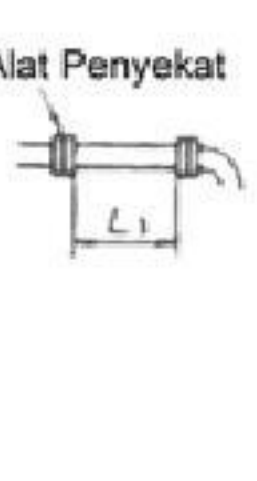
Keterangan gambar:

1. Kopling 2
2. Kopling 1
3. Alat pembatas

Gambar 18 Instalasi kopling dan alat ukur

- c. Pipa aliran harus dilengkapi dengan sebuah lubang berbentuk cawan (*vent*) dan katup cerat (*air release valve*) untuk menjamin bahwa selama pengukuran pipa terisi penuh dengan air.
- d. Bila perlu sebuah katup kontrol dipasang pada hilir, agar tidak terjadi kemungkinan penurunan pada daerah hilir yang dapat menyebabkan kavitasi.
- e. Bila katup atau sejenisnya seperti yang terdapat pada Tabel 6 dan 7 dipasang pada daerah hulu, katup tersebut harus terbuka penuh. Pengaturan aliran dapat dilakukan dengan menempatkan sebuah katup di daerah hilir alat ukur.
- f. Permukaan dalam pipa pada daerah hulu dari alat ukur harus benar-benar rata, kekasaran permukaan (R_{maks}) tersebut tidak boleh lebih besar $3 \cdot 10^{-3} D$ untuk panjang pipa ke arah hulu yang diukur dari lubang masuk alat ukur sekurang-kurangnya $2D$.

Tabel 6 Minimum L/D pipa lurus yang diperlukan antara bagian perubahan dan macam - macam sambungan hulu dan hilir (kecuali tabung venturi konis)

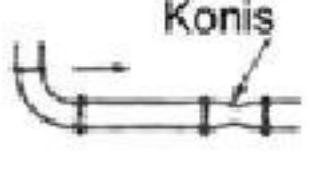
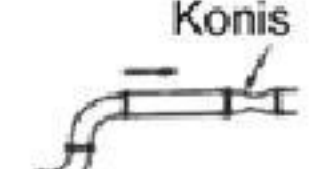
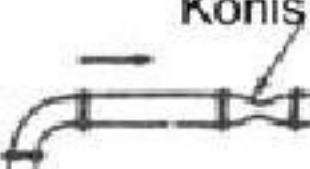
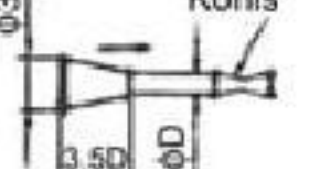
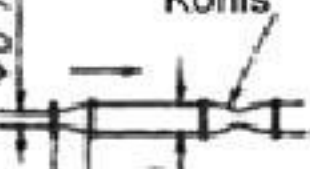
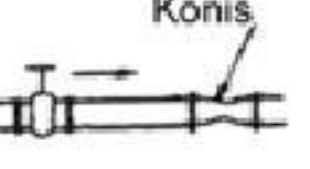
Rasio diameter β								
	90° Bengkokan atau sambungan T	2 atau lebih 90° bengkokan pada bidang yang sama	3 atau lebih 90° bengkokan tidak pada bidang yang sama	Pipa mengecil	Pipa membesar	Katup terbuka penuh (katup glove)	Katup terbuka penuh (katup sluice)	Beberapa sambungan yang ditunjukkan dibawah.
≤ 0.30	6	8	17 (6)	5	8	9	6	2.5
≤ 0.35	6	8	18 (6)	5	8	9	6	2.5
≤ 0.40	7	9	18 (6)	5	8	10	6	3
≤ 0.45	7	9	19 (6)	5	9	10 (6)	6	3
≤ 0.50	7	10 (6)	20 (6)	5	9 (6)	11 (6)	6	3
≤ 0.55	8	11 (6)	22 (6)	5	10 (6)	12 (6)	6	3
≤ 0.60	9 (6.5)	13 (6.5)	24 (6.5)	5	11 (6.5)	13 (6.5)	7 (6.5)	3.5
≤ 0.65	11 (6.5)	16 (7)	27 (7)	6	13 (7)	14 (7)	8 (7)	3.5
≤ 0.70	14 (7)	18 (7.5)	31 (7.5)	7	15 (7.5)	16 (7.5)	10 (7.5)	3.5
≤ 0.75	18 (8)	21 (8)	35 (8)	11 (8)	19 (8)	18 (8)	12 (8)	4
≤ 0.80	23 (9)	25 (9)	40 (9)	15 (9)	27 (9)	22 (9)	15 (9)	4
Lain-lain				L/D minimal pada sisi hulu				
Pengecilan pipa tajam 0.5 atau lebih dalam rasio diameter.				15				
Termometer 0.03 D atau dibawah diameter				3				
Termometer 0.03 D s/d 0.13 diameter				10				

CATATAN

- Setiap panjang pipa yang diberikan pada tabel 6 menunjukkan panjang dari ujung hulu. Dari perubahan untuk panjang hulu L dan ditentukan dari ujung hilir dari peralatan perubah untuk hilir L3.
- Setiap harga tabel 6 menunjukkan bagian pelurus aliran, panjang pipa lurus yang diperlukan antara ujung hulu dari bagian pelurus aliran dan hilir ujung dari perubahan bagian pelurus aliran harus dipasang minimal 2D dari sambungan hulu.

Bila pada keadaan tertentu diinginkan agar tekanan pada daerah hulu lebih besar, maka sebuah katup dapat ditempatkan pada daerah tersebut, dalam keadaan ini pipa lurus seperti yang dipersyaratkan pada butir 6.2.5 (b) dapat dibuat lebih panjang daripada apa yang terdapat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 7 Minimal L/D pipa lurus diperlukan antara tabung venturi konis dan macam-macam sambungan pipa hilir dan hulu

Rasio diameter β	Pipa Venturi Konis  Elbow 90°	Pipa Venturi Konis  2 atau lebih elbow 90° pada bidang yang sama	Pipa Venturi Konis  3 atau lebih elbow 90° tidak pada bidang yang sama	Pipa Venturi Konis  Pipa mengecil	Pipa Venturi Konis  Pipa membesar	Pipa Venturi Konis  Katup terbuka penuh	Beberapa sambungan yang ditunjukkan dikiri
≤ 0.30	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2
≤ 0.35	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
≤ 0.40	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	
≤ 0.45	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5	
≤ 0.50	0.5	1.5	8.5(0.5)	0.5	1.5	1.5	
≤ 0.55	0.5	1.5	12.5(0.5)	0.5	1.5	2.5	
≤ 0.60	1.0	2.5	17.5(0.5)	0.5	1.5	2.5	
≤ 0.65	1.5	2.5	23.5(0.5)	1.5	2.5	2.5	
≤ 0.70	2.0	2.5	27.5(3.0)	2.5	3.5	3.5	
≤ 0.75	3.0	3.5	29.5(3.5)	3.5	4.5	3.5	

CATATAN Radius kurva harus sama atau lebih besar terhadap diameter dalam pipa.

Keterangan:

1. Panjang pipa lurus dari pipa venturi konis pada tabel 7 harus digambarkan panjang yang diukur dari *pressure tapping* pada pipa silinder masuk untuk bagian atas dan oleh panjang yang diukur dari pipa konis keluar sisi hulu.
2. Harga yang ditunjukkan pada Tabel 7 dalam hal menggunakan bagian meluruskan aliran, panjang pipa lurus antara ujung hilir dan bagian aliran pelurus dan ujung hulu tabung venturi.

6.3 Prosedur pengukuran beda tekanan

- a) Beda tekanan (h) di titik tap tekanan pada daerah hulu dan hilir dari alat ukur harus dapat terukur hingga ketelitian sekurang-kurangnya 2,5% dari beda tekanan yang diukur, dengan menggunakan manometer air raksa tabung U, atau alat ukur lain yang sejenis.
- b) Diameter dalam dari tabung gelas yang digunakan untuk manometer air raksa harus berukuran antara 6 mm sampai dengan 12 mm dan kedua tabung kiri dan kanan harus mempunyai ukuran yang hampir sama. Bila beda tekanan yang akan diukur tidak lebih tinggi dari 100 mm kolom air, diameter dalam tabung gelas tidak boleh kurang dari 10 mm.
- c) Sebelum dilakukan pengukuran, terlebih dahulu udara yang terjebak dalam tabung ukur harus dikeluarkan.
- d) Bila digunakan manometer air raksa tabung U, beda tekanan h dapat diperoleh, dengan mengkonversikan hasil pengukuran h melalui persamaan (7) atau (8).

$$h = (\rho_{Hg} - \rho) \frac{h'}{\rho} \dots\dots\dots (7)$$

atau

$$h = (\gamma_{Hg} - \gamma) \frac{h'}{\gamma} \dots\dots\dots (8)$$

dengan,

h adalah beda tekanan antara tap tekanan pada daerah hulu dan hilir alat ukur (m)

h' adalah hasil pembacaan dari kolom air raksa (m)

- ρ adalah massa jenis air (kg/m^3)
 ρ_{Hg} adalah massa jenis air raksa = $13,55 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
 γ adalah berat jenis air (kgf/l)
 γ_{Hg} adalah berat jenis air raksa = $13,55 \text{ kgf/l}$

6.4 Perhitungan debit dengan peralatan pembatas

Persamaan ini digunakan untuk menghitung debit yang menggunakan peralatan pembatas (*restriction device*) adalah:

$$Q = 60 \cdot CEa\sqrt{2gh} \dots\dots\dots (9)$$

dengan,

- Q adalah debit (m^3/min)
 C adalah koefisien debit

E koefisien kecepatan = $(1 - \beta^4)^{-\frac{1}{2}}$

a adalah luas penampang peralatan pembatasan (m^2) = $(\pi/4)d^2$

d adalah diameter leher peralatan pembatasan (m)

g adalah percepatan gravitasi = $9,81 \text{ m/detik}^2$

h adalah beda tekanan (m)

Nilai koefisien debit dan bilangan Reynold di daerah yang berlaku bagi berbagai peralatan pembatasan ditunjukkan pada butir 6.2. Nilai Bilangan Reynolds dapat dihitung berdasarkan persamaan (10).

$$\text{Re} = \frac{vD}{\nu} \dots\dots\dots (10)$$

dengan,

v adalah kecepatan rata-rata dalam pipa saluran selama pengukuran (m/detik)

D adalah diameter dalam tabung ukur (m)

ν adalah kekentalan kinematik (m^2/detik)

6.5 Pengukuran dengan tangki

6.5.1 Peralatan

6.5.1.1 Metode berat

Tangki harus mempunyai kapasitas yang cukup untuk mencegah agar fluida tidak melimpah keluar selama pengujian

6.5.1.2 Metode volume

Konstruksi tangki yang digunakan dalam metode volume harus memenuhi ketentuan di bawah ini:

- Mempunyai kapasitas yang cukup untuk mencegah agar fluida tidak melimpah keluar saluran pengujian.
- Bak harus memiliki tinggi yang cukup sehingga memungkinkan perbedaan tinggi fluida sampai dengan 500 mm atau lebih.
- Harus cukup kaku dan tidak boleh ada perubahan bentuk sewaktu diisi fluida dan mempunyai potongan penampang horizontal yang seragam.

6.5.2 Cara ukur

Cara pengukuran dapat mengikuti cara-cara seperti di bawah ini:

- Pengisian air ke bak dari awal hingga akhir harus dengan cara yang benar dan dengan waktu sependek mungkin.
- Jangka waktu untuk mengalirkan air ke dalam bak, harus dibuat 200 kali atau lebih besar dari waktu yang dibutuhkan untuk membuka katup alir dan harus diukur dengan menggunakan alat ukur yang teliti, yaitu yang dapat mengukur hingga 0,1 detik. Nilai rata-rata dari beberapa pengukuran dianggap sebagai nilai yang diukur.
- Selama pengukuran, temperatur dicatat secara cermat.
- Bila digunakan pengujian dengan metode volume, beda tinggi fluida yang digunakan sebagai alat ukur tidak boleh kurang dari 500 mm.
- Bila pengujian harus menggunakan fluida yang karena satu dan lain hal, gelembung udara yang terkandung sangat sulit dihilangkan, maka pengujian harus menggunakan metode berat. Dengan catatan bahwa pengukuran baru dapat dilakukan setelah udara dapat dihilangkan dengan sempurna.

6.5.3 Perhitungan

6.5.3.1 Metode berat

Dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q = 60 \frac{M}{\rho t} \dots\dots\dots (11)$$

atau

$$Q = 60 \frac{W}{\gamma t} \dots\dots\dots (12)$$

dengan,

Q adalah debit (m^3/menit)

W adalah berat fluida yang dimasukkan ke dalam tangki selama waktu t detik (kgf)

γ adalah berat jenis fluida pada temperatur yang diukur (kgf/l)

t adalah waktu yang dibutuhkan untuk memasukkan fluida pada berat tersebut (detik)

M adalah massa fluida yang dimasukkan ke dalam tangki dalam waktu t detik (kg)

CATATAN alat ukur harus dikalibrasi, dan mempunyai ketelitian ukur hingga 0,001 dari berat yang diukur.

6.5.3.2 Metode volume

Perhitungan dengan menggunakan metode volume dinyatakan dalam persamaan (13).

$$Q = 60 \frac{V}{t} \dots\dots\dots (13)$$

dengan,

Q adalah debit (m^3/menit);

V adalah volume air yang dimasukkan ke dalam bak selama t detik (m^3);

t adalah waktu yang dibutuhkan untuk memasukkan air sejumlah $V \text{ m}^3$ (detik).

Catatan skala ukur yang terdapat pada tangki sebelumnya harus dikalibrasi, dan mempunyai ketelitian ukur hingga 2,5% dari volume fluida yang diukur.

Kalibrasi dilakukan sesuai dengan butir 6.5 pengukuran dengan tangki (metoda berat atau metoda volume) atau metoda verifikasi lain yang dapat memastikan ketepatan alat ukur.

6.6 Pengujian dengan menggunakan instrumen ukur

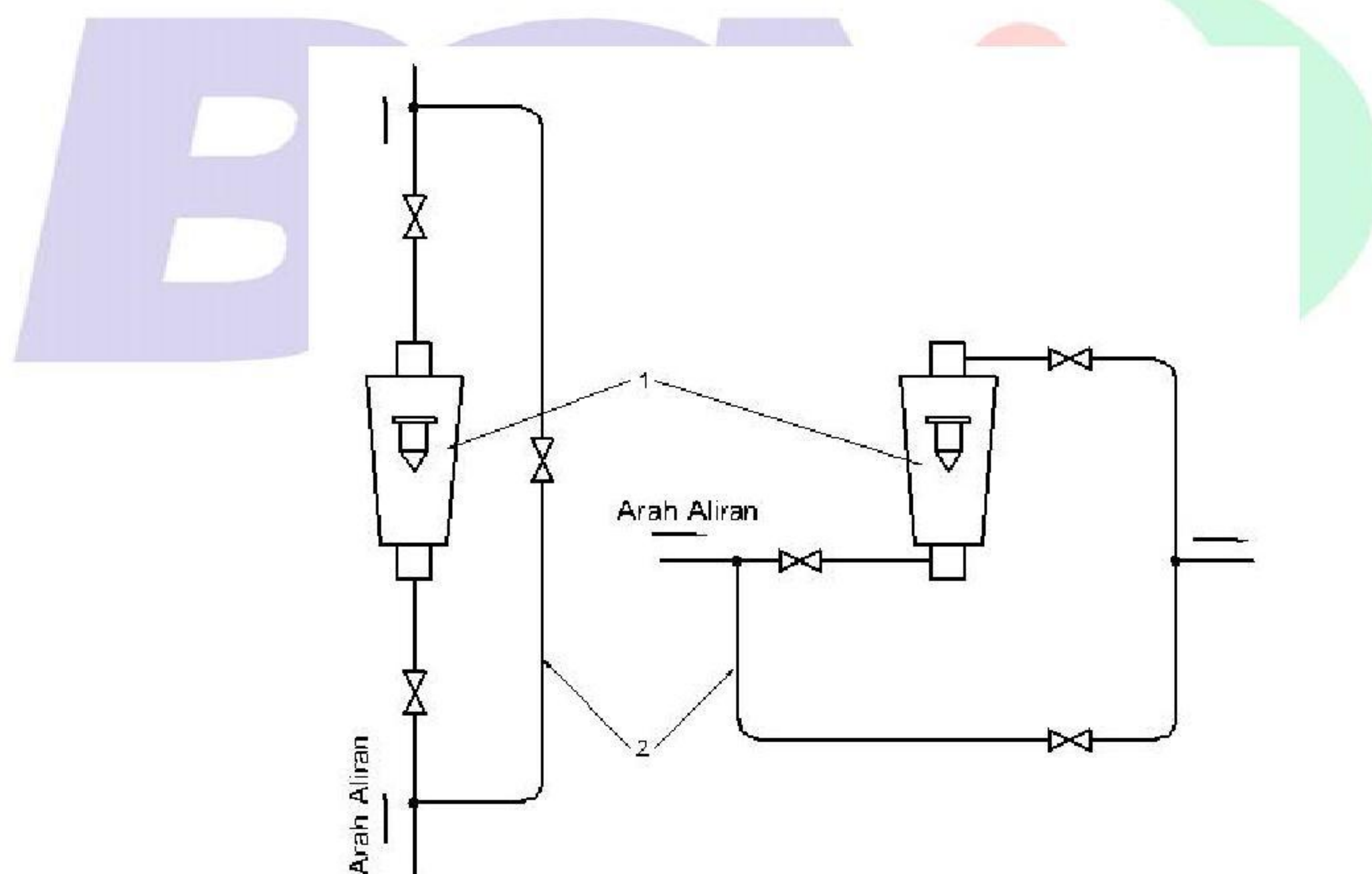
6.6.1 *Float type area flowmeter*

Alat pengukur aliran (*flowmeter*) dalam setiap pengujian, harus dipilih yang sesuai dan cocok bagi kegunaannya.

6.6.1.1 Instalasi uji

Instalasi uji harus mengikuti persyaratan sebagai berikut:

- Flowmeter* harus dipasang pada posisi sedemikian rupa sehingga sumbu tabung tap yang terpasang pada pipa aliran tegak lurus dan memotong sumbu pipa aliran fluida, dan harus diusahakan agar getaran yang terjadi sekecil mungkin.
- Panjang pipa tap bila dipasang pada daerah hulu harus berukuran minimal 5 kali diameter dalam dan bila dipasang pada daerah hilir harus berukuran minimal 3 kali diameter dalam, dari pipa tap tersebut. Gambar 19 menggambarkan contoh ukuran instalasi yang dimaksud.
- Dalam memasang *flowmeter*, pipa harus terpasang dengan kuat untuk mencegah terjadinya kesalahan pembacaan pada *flowmeter*.



Keterangan gambar:

- Flowmeter
- Pipa Bypass

Gambar 19 *Float type area flowmeter*

6.6.1.2 Cara ukur

Cara pengukuran dapat mengikuti cara di bawah ini:

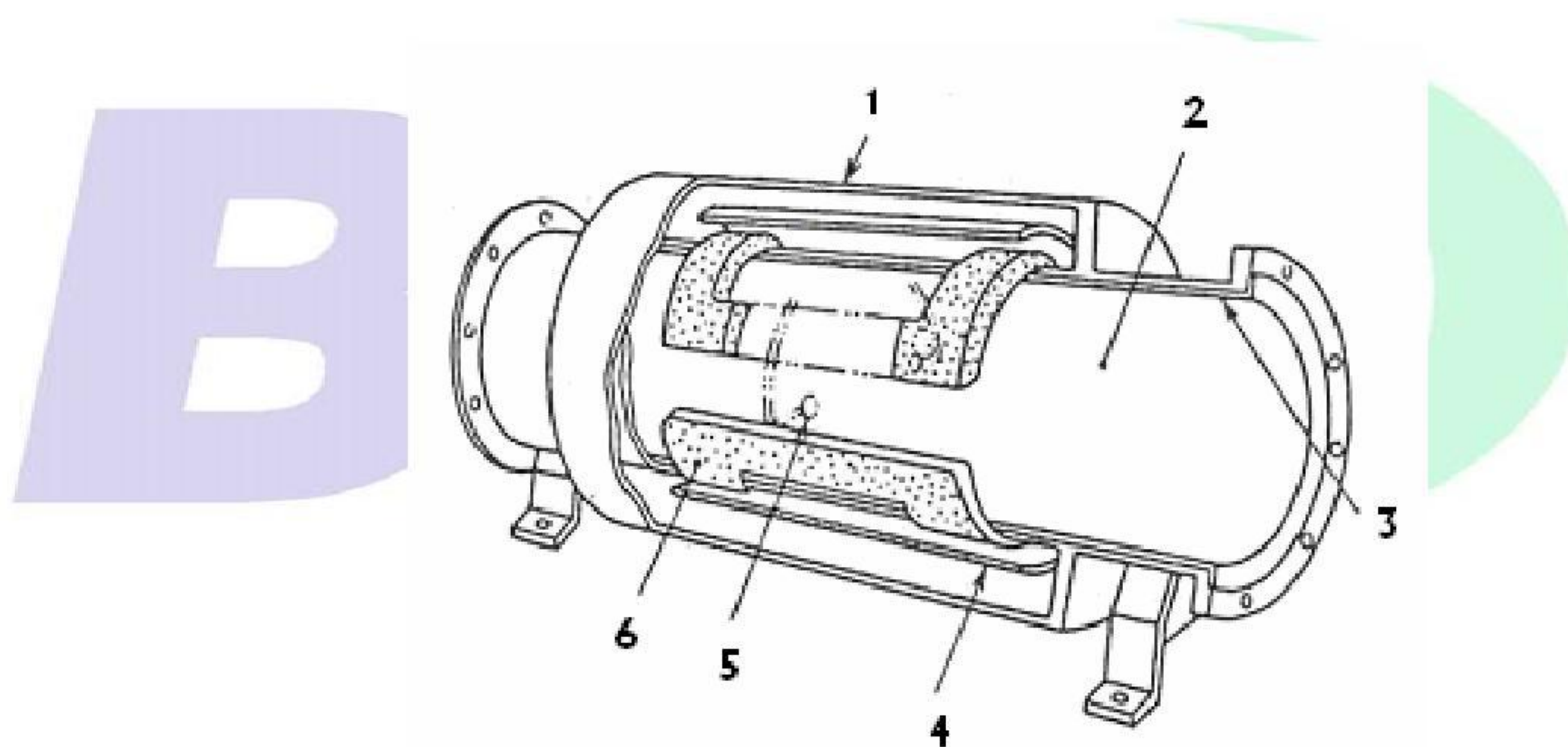
- Pengaturan aliran pada pengujian dilakukan dengan mengatur sebuah katup yang ditempatkan pada daerah hilir dari *flowmeter*.
- Bila pengaturan aliran dilakukan dengan mengatur katup yang ditempatkan pada pipa keluaran pompa tersebut harus mempunyai jarak yang cukup dengan katup tersebut. Sehingga perubahan-perubahan yang terjadi pada aliran karena pengaturan katup tidak akan mempengaruhi penunjukan penunjuk skala pada *flowmeter*. Pada kedua keadaan ini pengaturan katup (pembukaan dan penutupan) harus dilakukan setelah penunjuk skala pada *flowmeter* stabil.
- Flowmeter* harus mempunyai ketelitian ukur sampai dengan 2,5% dari nilai debit yang diukur.

CATATAN

- Kalibrasi dilakukan sesuai dengan butir 6.5 pengukuran dengan tangki (metoda berat atau metoda volume) atau metoda verifikasi lain yang dapat memastikan ketepatan alat ukur.
- Kesalahan yang diperbolehkan setelah alat dikalibrasi tidak boleh lebih besar $\pm 2,5\%$ dari nilai skala terbesar, dengan daerah operasi ukur *flowmeter* yang sesuai.

6.6.2 Electromagnetic Flowmeter

Electromagnetic flowmeter harus terdiri dari detektor dan transduser. Contoh konstruksi detektor dapat dilihat pada Gambar 20.



Keterangan gambar:

- Rumah (*Casing*)
- Tabung ukur (*measuring tube*)
- Lining
- Inti (*core*)
- Elektrode
- Koil pendingin (*exciting coiling*)

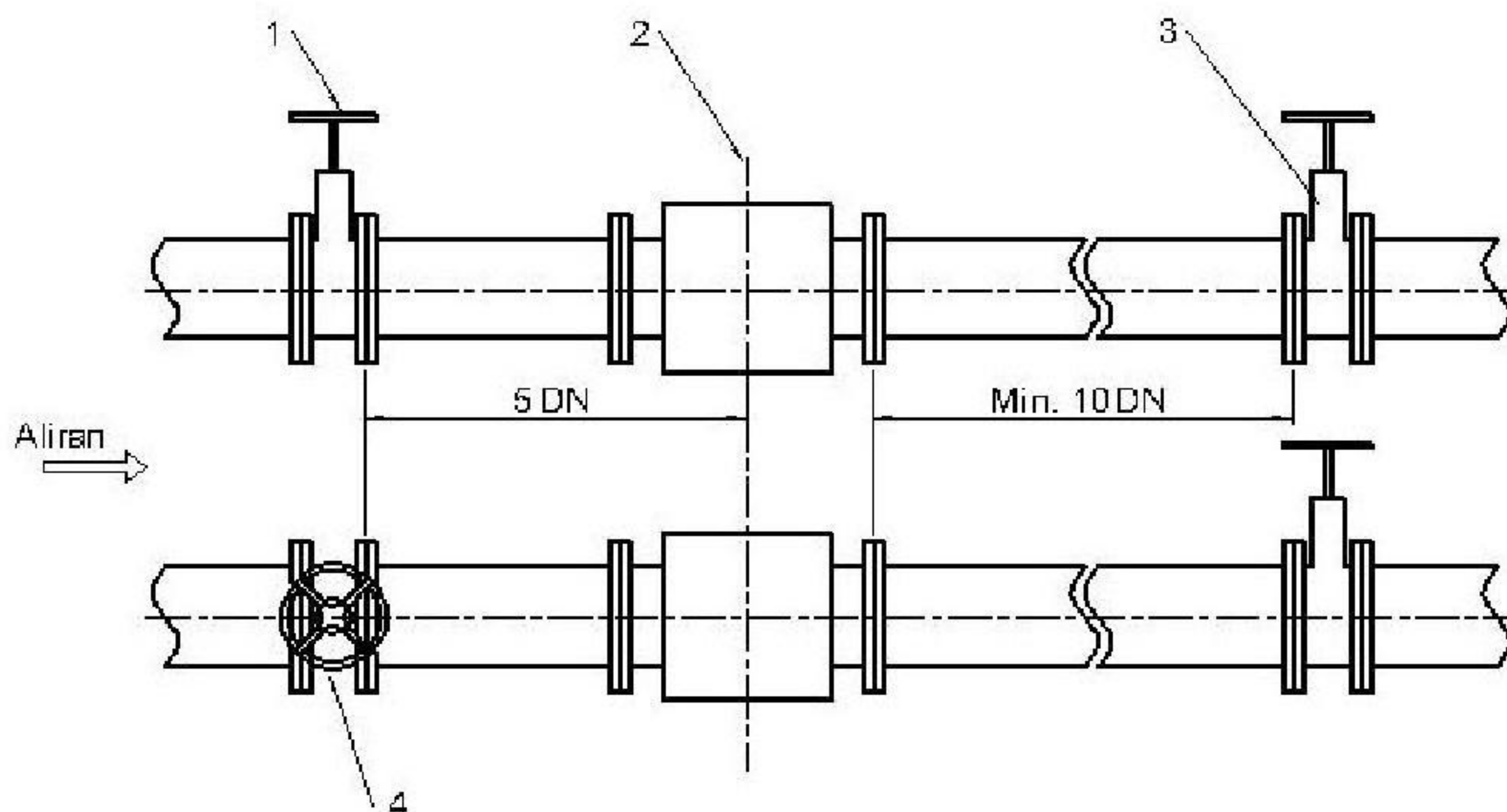
Gambar 20 Konstruksi detektor

6.6.2.1 Metode Instalasi

Metode Instalasi harus sesuai dengan ketentuan berikut:

- Panjang pipa lurus saluran masuk sebelum detektor minimal 5 kali dari diameter dalam detektor. Jika dipasang katup pengatur aliran pada saluran masuk sebelum detektor, panjang pipa lurus minimal 10 kali diameter dalam detektor, lihat Gambar 21.

- b. Sumbu mendatar detektor *flowmeter* dapat dipasang secara vertikal, horizontal, atau dengan kemiringan. Tetapi elektroda harus dipasang secara horizontal.
- c. Selama pengukuran, fluida harus memenuhi tabung detektor.



Keterangan gambar:

- 1. Katup *spindle* vertikal
- 2. Bidang meter elektroda
- 3. Katup pengontrol arah aliran
- 4. Katup *spindle* horizontal

Gambar 21 Instalasi detektor

6.6.2.2 Prosedur Pengukuran

Pengukuran harus dikerjakan sesuai ketentuan berikut:

- a) *Electromagnetic* harus digunakan untuk fluida yang memiliki nilai konduktivitas minimal 2000 $\mu\text{S/m}$.
- b) Kisaran debit air yang melalui detektor *flowmeter* harus maksimal 10 m/detik.
- c) Penyetelan aliran fluida sebaiknya dengan menggunakan katup yang terletak pada bagian sesudah detektor. Penyetelan dapat juga dilakukan dengan katup sebelum detektor pada pipa lurus yang panjangnya minimal 10 kali diameter detektor, yang terletak antara katup dan detektor.
- d) *Receiver* harus mampu membaca nilai aliran sampai dengan 0,01 dari debit pompa.
- e) Tegangan sumber daya harus berada dalam kisaran yang ditentukan untuk *flowmeter*.
- f) Peralatan listrik yang mungkin menyebabkan gangguan induksi tidak boleh diletakkan di dekat *flowmeter*.
- g) *Flowmeter* harus dilindungi dari getaran yang berlebihan yang ditimbulkan oleh peralatan lain.

Kalibrasi dilakukan sesuai dengan butir 6.5 pengukuran dengan tangki (metoda berat atau metoda volume) atau metoda verifikasi lain yang dapat memastikan ketepatan alat ukur.

Lampiran A (Normatif)

Pedoman desain dan instalasi pelurus aliran

Pelurus aliran dapat digunakan untuk mengurangi panjang saluran.

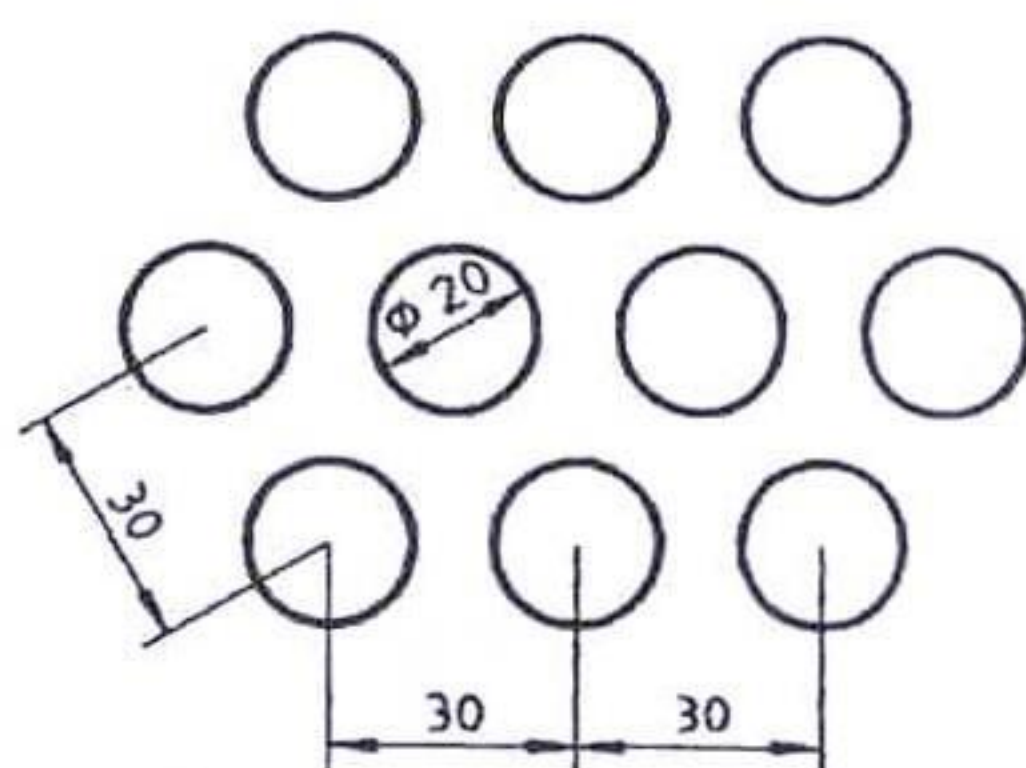
Tujuan pelurus aliran untuk mengubah aliran dalam saluran sehingga distribusi kecepatan aliran normal dan tenang. Gambar A.2 dibawah menunjukkan distribusi kecepatan normal.

Pelurus aliran harus minimal 4 pelat pelurus aliran yang dipasang vertikal dan tegak lurus terhadap arah aliran dengan jarak minimal 0.2 m antara pelat. Prosentase daerah terbuka setiap pelat antara 40 % dan 60 %.

Gambar A.1 menunjukkan contoh lubang pelat pelurus. Posisi lubang bertingkat seperti contoh gambar A.1. Jarak senter antara 2 lubang 30 mm dengan diameter lubang 20 mm. Posisi lubang ini akan memberikan area terbuka 40.31 %.

Pelat harus tebal dan cukup kuat untuk menahan gaya yang ditimbulkan oleh aliran dalam saluran. Dimensi lubang dapat bervariasi sesuai dengan lebar saluran, digunakan jarak antara pelat disesuaikan secara proporsional terhadap diameter lubang.

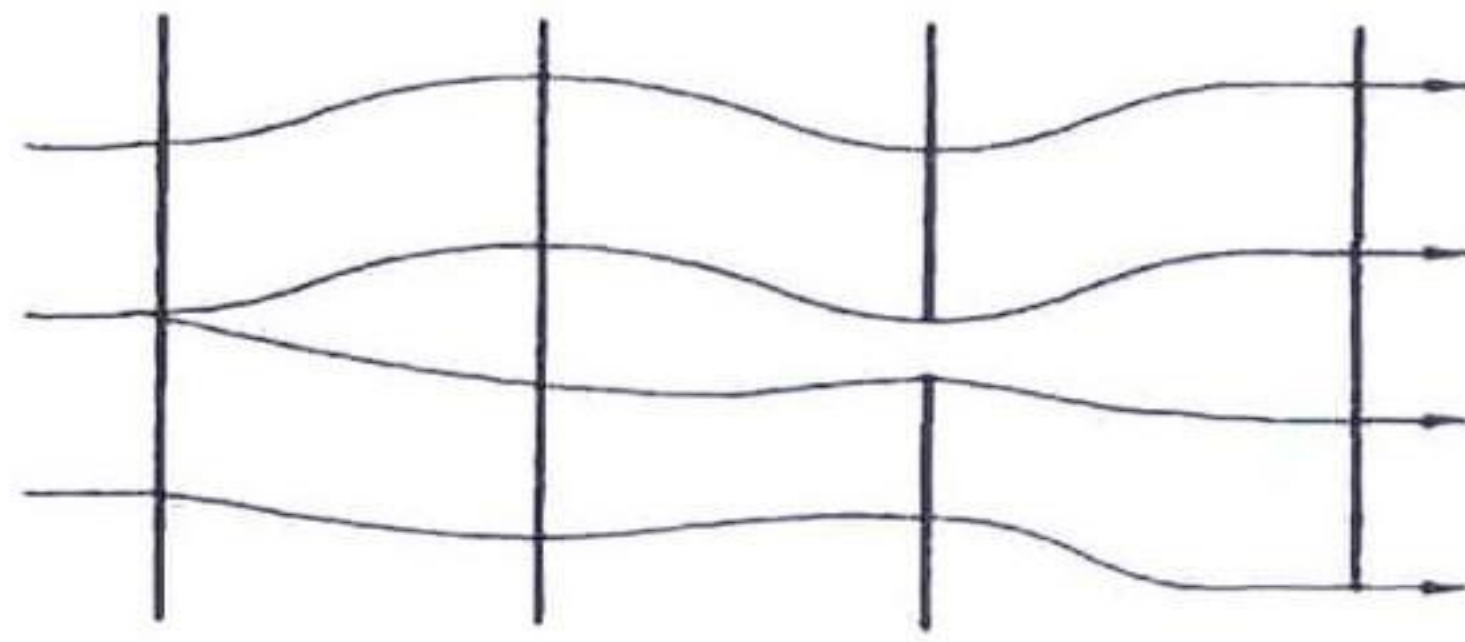
Pelat pelurus dapat dipasang tetap pada saluran dengan posisi lubang lurus pada masing-masing pelat (gambar A.2) atau posisi lubang bertingkat digunakan antara pelat yang terpasang jaraknya lebih besar dibandingkan dengan diameter lubang gambar A.3.



Gambar A.1 Contoh lubang pelat pelurus aliran



Gambar A.2 Aliran lurus sejajar



Gambar A.3 Aliran lurus bergelombang



Lampiran B (Normatif)

Kapasitas pengukuran debit dengan sekat ukur

Tabel B Kapasitas pengukuran debit dengan sekat ukur

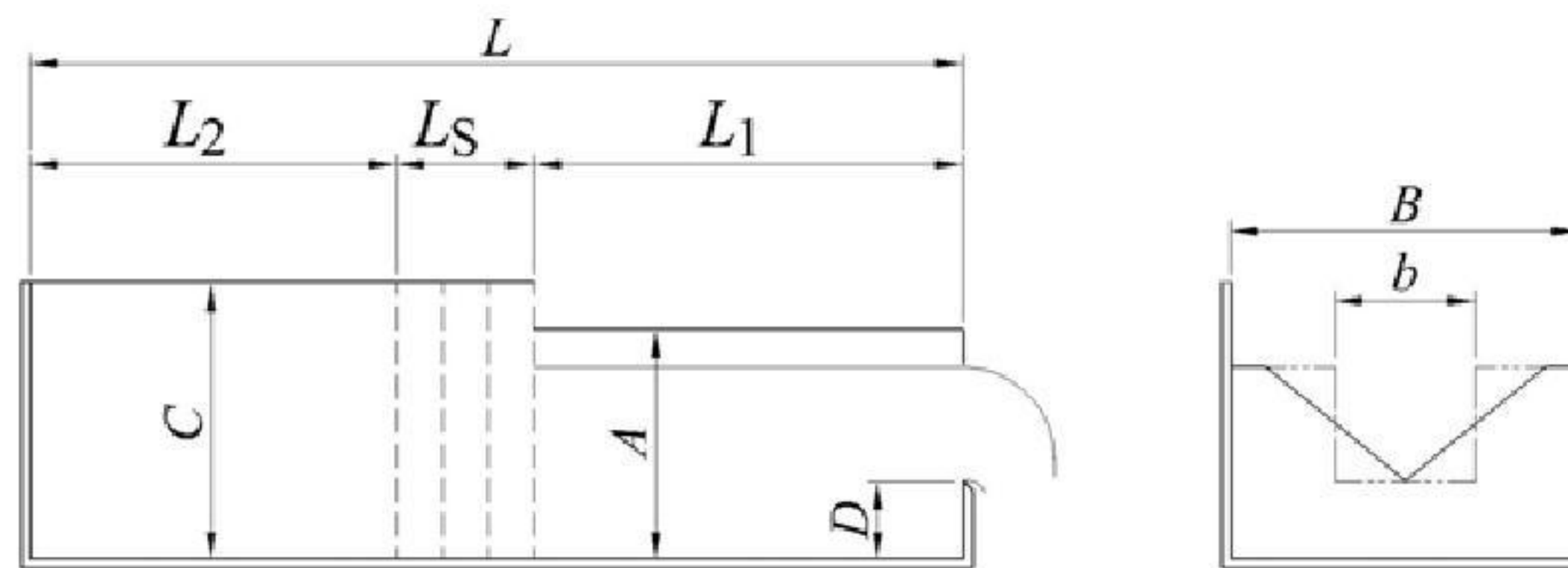
Jenis Sekat Ukur	Lebar (m) $B \times b$	Kap. Ukur <i>Head</i> (m) h	Kapasitas debit (m ³ /min) Q
Segi tiga 60 ⁰	0.45	0.040 - 0.120	0.018 - 0.26
Segi tiga 90 ⁰	0.60	0.070 - 0.200	0.11 - 1.5
Segi tiga 90 ⁰	0.80	0.070 - 0.260	0.11 - 2.9
Segi empat	0.9 x 0.36	0.030 - 0.270	0.21 - 5.5
Segi empat	1.2 x 0.48	0.030 - 0.312	0.28 - 9.0
Lebar-penuh	0.6	0.030 - 0.150	0.36 - 4.0
Lebar-penuh	0.9	0.030 - 225	0.54 - 11.4
Lebar-penuh	1.2	0.030 - 300	0.72 - 24
Lebar-penuh	1.5	0.030 - 375	0.90 - 42
Lebar-penuh	2.0	0.030 - 500	1.2 - 86
Lebar-penuh	3.0	0.030 - 750	1.8 - 237
Lebar-penuh	5.0	0.030 - 800	3.0 - 425
Lebar-penuh	8.0	0.030 - 800	4.8 - 671

Lampiran C (Normatif)

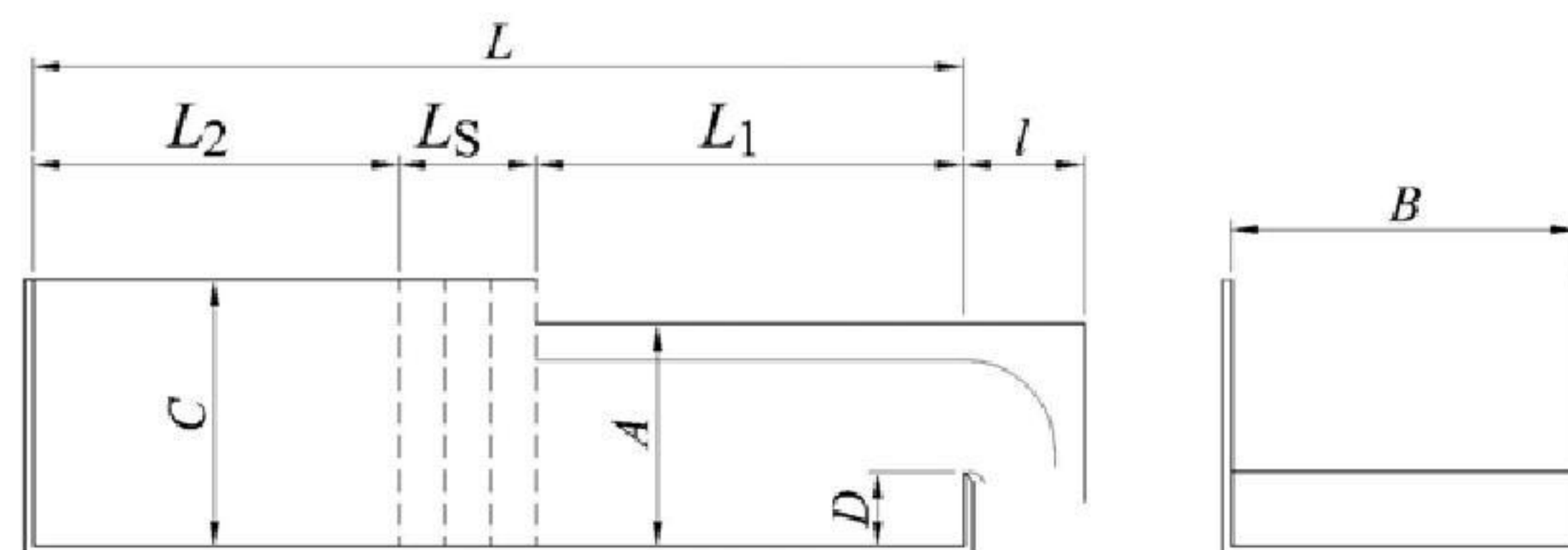
Gambar konstruksi sekat ukur

Dimensi konstruksi sekat ukur

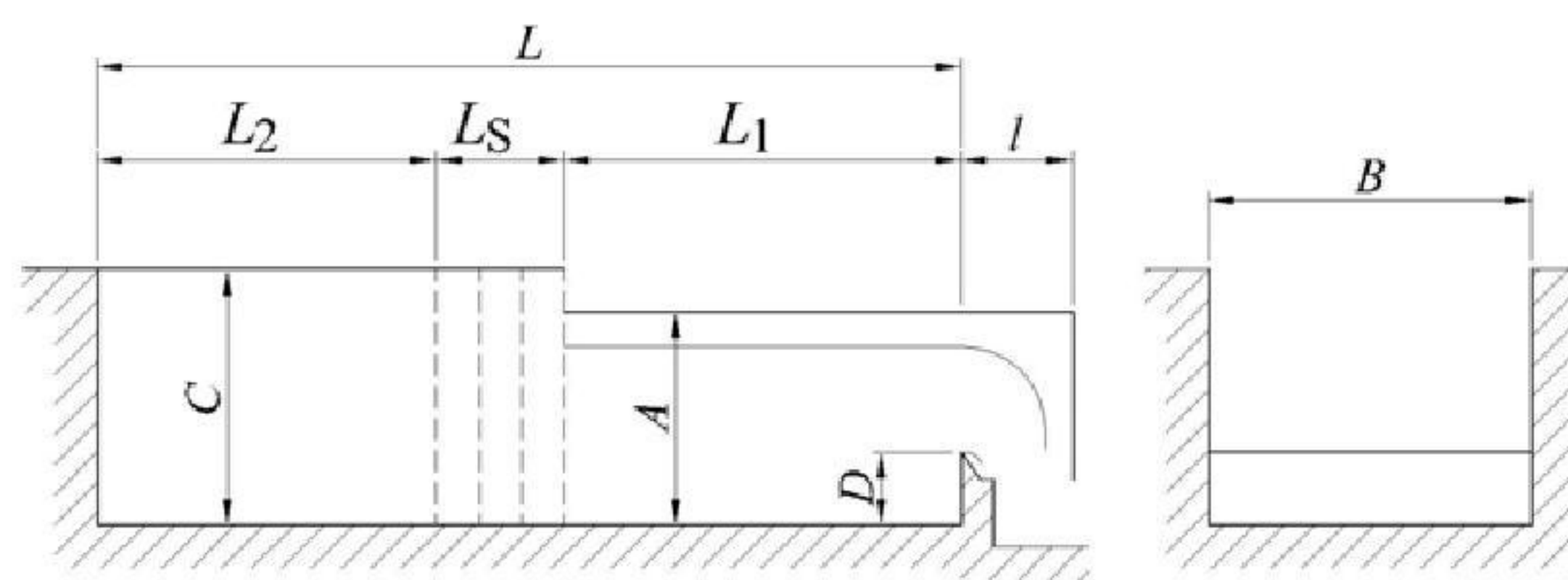
Dimensi referensi sekat ukur yang dipasang ditunjukkan pada Gambar C.1, C.2, C.3 dan Tabel D. Konstruksi sekat ukur dan metode pengukuran harus sesuai dengan standar ini. Pelurus aliran harus ada 4 pelat pelurus aliran.



Gambar C.1 Sekat ukur segitiga dan sekat ukur segi empat



Gambar C.2 Sekat ukur lebar penuh ($B = 0.6 - 1.5$)



Gambar C.3 Sekat ukur lebar penuh ($B = 2.0 - 8.0$)

Lampiran D (Normatif)

Dimensi sekat ukur

Tabel D Dimensi alat ukur

Jenis Sekat Ukur	Lebar $B \times b$	Tinggi Maksimum h'	L_1	L_s	L_2	l	L	D	A	C
Segi tiga 60°	0.45	0.12	≥ 0.69	0.24	≥ 0.57	-	≥ 1.50	0.12	0.27	0.37
Segi tiga 90°	0.60	0.20	≥ 1.00	0.40	≥ 0.80	-	≥ 2.20	0.12	0.35	0.50
Segi tiga 90°	0.80	0.26	≥ 1.32	0.52	≥ 1.06	-	≥ 2.90	0.30	0.60	0.75
Segi empat	0.9 x 0.36	0.27	≥ 1.71	0.54	≥ 1.44	-	≥ 3.69	0.20	0.50	0.60
Segi empat	1.2 x 0.48	0.312	≥ 2.14	0.63	≥ 1.83	-	≥ 4.60	0.25	0.60	0.75
Lebar-penuh	0.6	0.15	≥ 1.35	0.30	≥ 1.05	0.15	≥ 2.70	0.30	0.50	0.60
Lebar-penuh	0.9	0.225	≥ 2.05	0.45	≥ 1.60	0.23	≥ 4.10	0.30	0.60	0.75
Lebar-penuh	1.2	0.30	≥ 2.70	0.60	≥ 2.10	0.30	≥ 5.40	0.30	0.70	0.90
Lebar-penuh	1.5	0.375	≥ 3.40	0.75	≥ 2.65	0.38	≥ 6.80	0.40	0.90	1.05
Lebar-penuh	2.0	0.50	≥ 4.50	1.00	≥ 3.50	0.50	≥ 9.00	0.50	1.20	1.50
Lebar-penuh	3.0	0.75	≥ 6.75	1.50	≥ 5.25	0.75	≥ 13.50	0.75	1.70	2.00
Lebar-penuh	5.0	0.80	≥ 9.00	1.60	≥ 7.40	0.80	≥ 18.00	1.00	2.00	2.50
Lebar-penuh	8.0	0.80	≥ 12.00	1.60	≥ 10.40	0.80	≥ 24.00	1.50	2.50	3.00











BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id